

超音波高速度断層法による 心室中隔運動の検討

Real-time, two-dimensional echocardiographic assessment of interventricular septal performance

友田 春夫

Haruo TOMODA

Summary

Performance of the interventricular septum was assessed by real-time, two-dimensional echocardiography. In patients with right ventricular volume overload such as atrial septal defect, the interventricular septum was deviated toward the left ventricle during the end-diastolic period. In the patients with left ventricular volume overload such as aortic regurgitation, the interventricular septum was deviated toward the right ventricle during the end-diastolic period.

Movements of the interventricular septum were also recorded in the postoperative patients of ventricular septal defect and aortic regurgitation. The interventricular septum was shifted toward the right ventricle during the midsystolic period in either patient. In a patient with congenital pericardial defect, the paradoxical motion of the interventricular septum was proved to be due to anterior displacement of the left ventricle during the systolic period.

In analysing the above phenomena, the following conclusions were obtained according to septal performance. The interventricular septum contracts as a part of the left ventricle in contractile state, but the septum is easily movable toward either direction by pressure or volume oppression from the right or left ventricle in non-contractile state.

Key words

interventricular septum
echocardiography
atrial septal defect

はじめに

従来心行動に関する研究は、主に左心室を対象として行われ、心室中隔はその一部として扱われてきた。また心室中隔の位置する部位が特異的であるため、従来の方法ではアプローチが困難であ

ったこともあり、心室中隔自身の機能については、最近に至るまで十分顧みられなかったといえる。

しかしながら近年急速に発展した超音波診断法により、正常および病的心臓における心室中隔運動の詳細が容易に記録されるようになり、心室中隔研究に対する有力な手段が得られた。この超音波

東海大学医学部 内科
伊勢原市望星台 (〒 259-11)

Department of Medicine, Tokai School of Medicine,
Tokai University, Bosei-dai, Isehara-city, Kanagawa,
259-11

診断法により、諸疾患における心室中隔運動に関する特異的な所見が続々と報告され、一方ではこれらの新知見が心室中隔の果たしている役割について、新たな混乱と疑問を提起しているように思われる。¹⁾ その原因として、従来の報告は主に UCG 法から、心室中隔の形状、位置変化を推定していることに起因する点が大であると思われる。

そこで本研究では、最近発達した高速度超音波心臓断層法を用い、各種心疾患における心室中隔運動を記録し、その機能を明確にすることを目的とした。

方 法

東芝製 SSL-51H 型装置を使用した。プローブは直径 10 mm で、流動パラフィンを満たしたビニール袋中で扇形スキャンを行った。超音波パルスの繰り返し周波数は 3.6 MHz で、走査線数 1 画面 120 本、30 画面/秒の速度で、心電図上の時相を任意に設定し、1 画面をポラロイドフィルム上に記録した。⁷⁾ 現在までに本法を施行した約 200 例の症例中から、今回の検討に関連した症例を以下に紹介する。

成績および考案

症例 1: 30 才男性、心疾患を有しない正常例である。Figure 1 に左室長軸方向での断層像を示すが、上段は QRS 波直前に同期した拡張末期の断層像、下段は T 波下降脚に同期した収縮末期の断層像である。

拡張期においては左室腔 (LV) および右室腔 (RV) は拡大し、中隔 (S) は前方に偏位している形をとっている。収縮期には当然ながら、左室、右室ともに縮小し、中隔は後方へ移動している。

症例 2: 37 才男性、手術にて確認された心房中隔欠損症例で、肺動脈圧 25/10、平均 17 mmHg、左-右短絡率 1.96 であった。Figure 2 の上段は QRS 波直前の拡張末期における左室長軸方向での超音波断層像である。心室中隔 (S) は矢印で示すように左室 (LV) 方向へ凸の形状を示し、下段

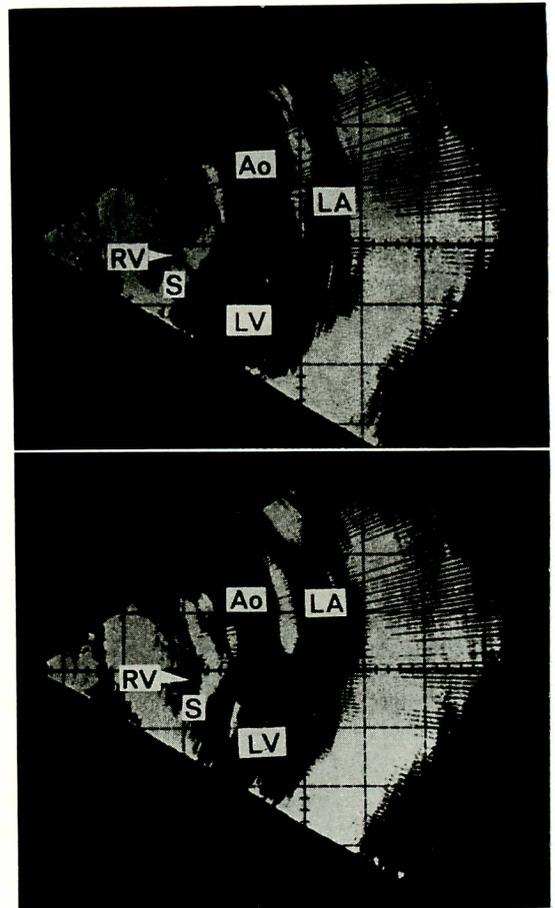


Figure 1. Case 1, Normal.

Upper panel: diastolic period, lower panel: systolic period. RV: right ventricle, S: interventricular septum, LV: left ventricle, Ao: aorta, LA: left atrium.

の収縮期 (T 波上行脚に同期) における心室中隔に比較して、明らかに左室方向に偏位している。すなわち心室中隔は拡張期に左室側へ凸の形をなして張り出しており、その部分では左室腔が収縮期よりもかえって狭小となっており、駆血期に中隔の位置と形状が復帰する所見を示している。心房中隔欠損症例を代表とする右室容積負荷症例における心室中隔奇異性運動の成因については、必ずしも定まった説明は得られず、Feigenbaum³⁾ の教科書では負荷のかかる右室に対して心室中隔

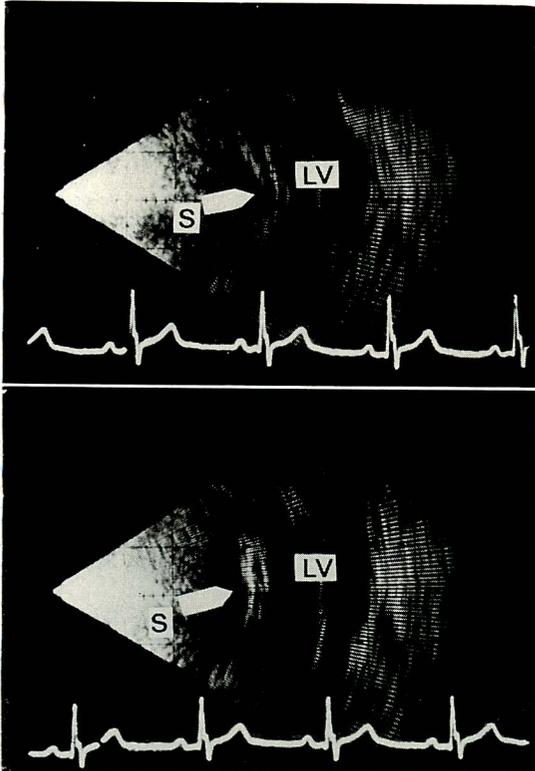


Figure 2. Case 2. Atrial septal defect.
Upper panel: end-diastolic period, lower panel: mid-systolic period. LV: left ventricle, S: interventricular septum.

がこれを援助するとされ、このような解釈が一般的ではあるが、中隔心筋の走行からみても中隔が右室の一部として収縮するとは考え難い点もある。上に述べた断層像の所見からは、拡張期においては左室に比し過大な容積負荷を強いられた右室側から心室中隔は左室側へおしやられ、収縮期には右室側よりの駆血により中隔は元の位置に復帰すると考える方が無理がないように思われる。ただし心室中隔は収縮期に左室の一部として収縮し、左室側に移動する傾向はあるが、上に述べた右室側への復帰現象に打ち消され、総合結果としてはUCG上の奇異性運動という形で表現される。この際、方向の違う2つのベクターの大きさ如何により、Diamondら⁴⁾の記載した type A, B ある

いはそれらの中間型が生じ得るであろう。以上の考え方は Meyer ら⁵⁾の考えに近いが、ごく最近 Feigenbaum ら⁶⁾も超音波断層法を用い右室容積負荷症例の心室中隔を記録し、拡張期において左室が右室側より圧迫され左室は腎臓形をなすという学会発表を行っている。

症例 3: 51才女性、手術にて確認した肺高血圧を伴う心房中隔欠損症例。肺動脈圧 86/35, 平均 49 mmHg, UCG 法にて心室中隔は奇異性運動を示さない。Figure 3 に示した超音波断層像は、左室長軸方向よりやや横断像に近い方向での断層であるが、上段の QRS 波直前に同期した拡張末期の所見では、右室腔 (RV) の著明な拡大と、左

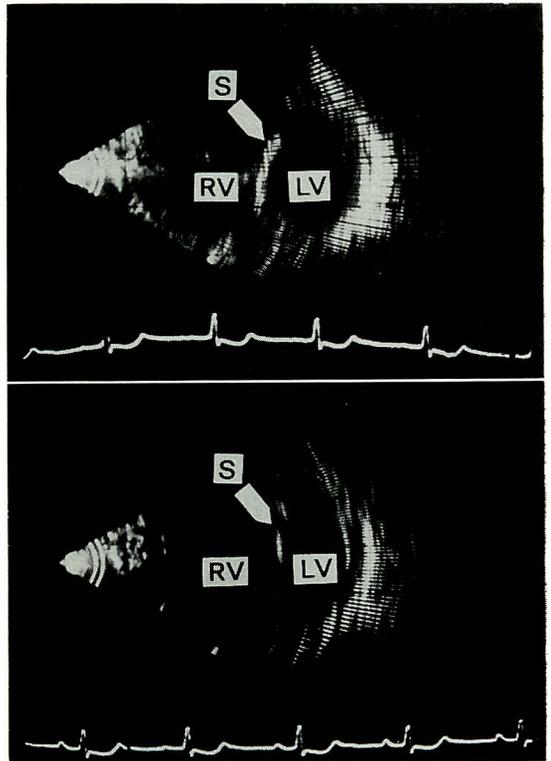


Figure 3. Case 3. Atrial septal defect with pulmonary hypertension.
Upper panel: end-diastolic period, lower panel: end-systolic period. RV: right ventricle, LV: left ventricle, S: interventricular septum.

室腔 (LV) の狭小化が認められる。下段の T 波下行脚に同期した収縮末期の所見では、中隔 (S) はさらに左室側に寄っている。

心房中隔欠損症例に肺高血圧を伴うと、中隔の奇異性運動は見られなくなることは以前から報告されているが、⁴⁾ 心室中隔が前の症例におけるごとく、収縮期に右室側へ戻らない理由としては、肺高血圧のため右室より前方への駆血が不十分であること、右室の著明な拡大による右室駆血率の低下により、前方駆血による容積変化が相対的に減少すること、の 2 点により心室中隔本来の左室側への収縮力を消去する程ではないためと考えられる。

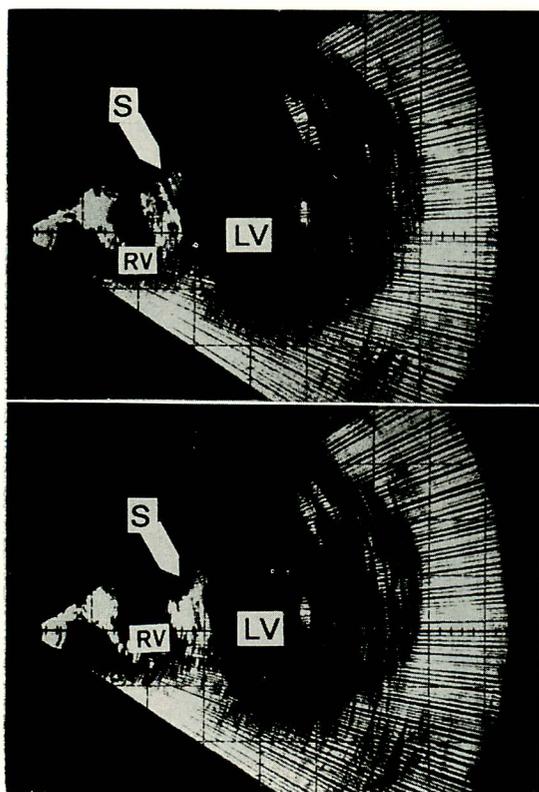


Figure 4. Case 4. Aortic regurgitation.

Upper panel: end-diastolic period, lower panel: end-systolic period. RV: right ventricle, LV: left ventricle, S: interventricular septum.

症例 4: 39 才男性, マルファン症候群で著明な大動脈弁閉鎖不全症と、大動脈根部の著しい拡張を有する症例である。UCG 法では心室中隔の肥厚と過大な中隔運動を認める。Figure 4 は左室長軸方向の断層像であるが、上段拡張期では左心室腔 (LV) の拡大に伴い中隔 (S) は右室 (RV) 側へ移動し、右室腔は症例 1 において示した正常所見とは逆に、下段の収縮期の所見に比しむしろ狭小となっている。この所見からは、拡張期に左室の容積負荷により心室中隔が右室側へ圧迫され、収縮期に左室より過分の血液が駆出されることにより左室側へ復帰すると同時に、中隔本来の左室の一部としての収縮作用が加わって、中隔運動が

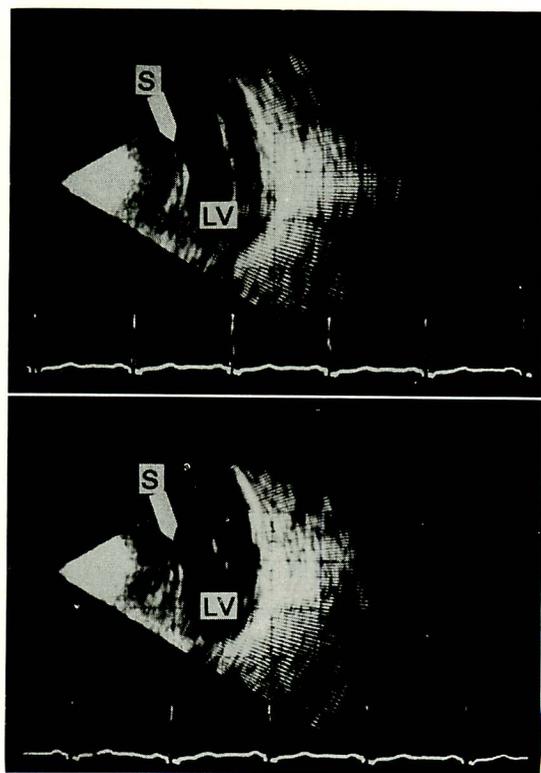


Figure 5. Case 5. Interventricular septal defect, postoperative state.

Upper panel: end-diastolic period, lower panel: midsystolic period. S: interventricular septum, LV: left ventricle.

過大になるように表現されると解釈される。

症例 5: 10 才男, 心室中隔欠損症例 (2 型). パッチグラフト縫着により欠損孔を閉鎖した症例の術後 3 週間目の所見であり, UCG では術前正常, 術後中隔奇異性運動を認めた. **Figure 5** は左室長軸方向の断層像で, 上段は拡張末期, 下段は収縮中期の像である. 断層像では拡張期におけるよりも, むしろ収縮期において中隔 (S) は僅かながら前方へ移動している. 心室中隔欠損症例術後の心室中隔奇異性運動の成因に関しては, 術後の相対的右室容量負荷状態による説明²⁾ などがあるが, 今回の検討ではこれまでに述べた症例における心室中隔の行動様式をも考慮の上, 次のような機序を仮定した. すなわち, パッチにて閉鎖した部分

の収縮能力を有しない心室中隔部分が, 収縮期に右室側へ左室側からの圧力に負けておし出されるためとし, 中隔梗塞の場合についても同様の機序によると考えた.

症例 6: 33 才男性, 大動脈弁閉鎖不全症例で, 大動脈弁置換術後 2 週間目の所見である. UCG 上では心室中隔の奇異性運動を認めた. **Figure 6** は本症例の超音波断層像で他の症例と同様左室長軸方向のものである. 上段は拡張末期, 下段は収縮末期の所見であるが, 前症例と同様に心室中隔 (S) は収縮期にむしろ右室側に移動している.

とくに左室容積負荷疾患である僧帽弁閉鎖不全症, 大動脈弁閉鎖不全症の弁置換後に心室中隔奇異性運動がみられることはすでに報告されており,

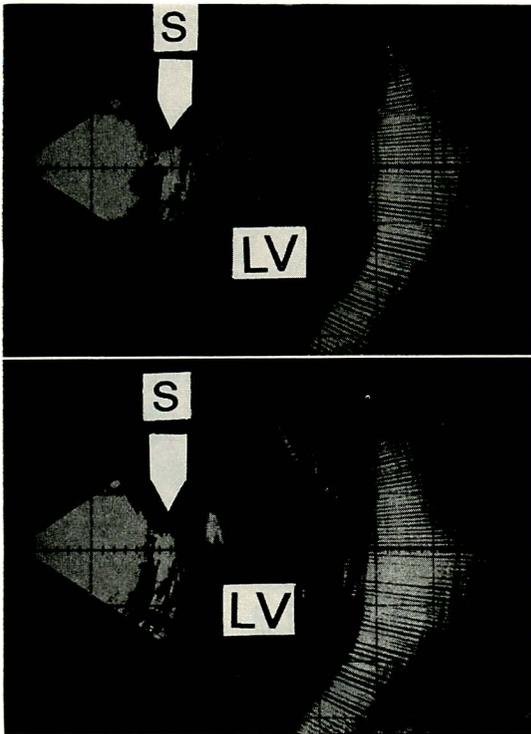


Figure 6. Case 6. Aortic regurgitation, post-operative state.

Upper panel: end-diastolic period, lower panel: end-systolic period. S: interventricular septum, LV: left ventricle.

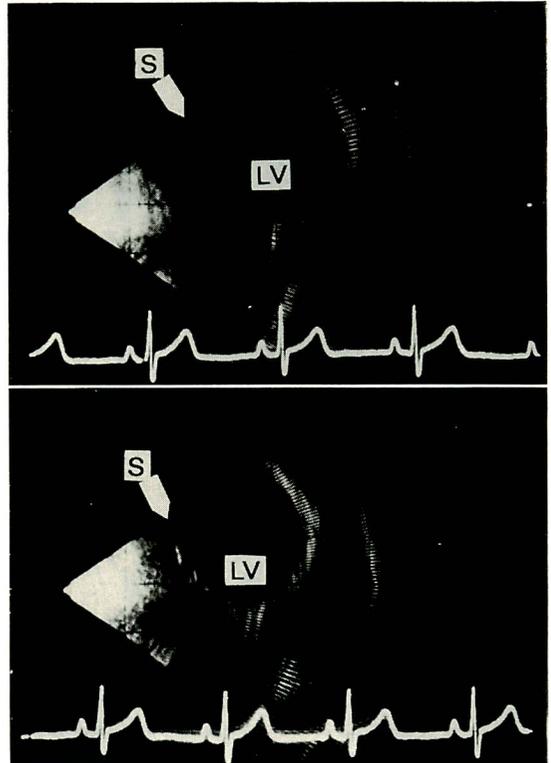


Figure 7. Case 7. Congenital pericardial defect.

Upper panel: end-diastolic period, lower panel: end-systolic period. S: septum, LV: left ventricle.

Miller ら⁸⁾は僧帽弁置換術後に中隔奇異性運動がみられない場合は、置換弁周囲からのリークがある場合であるとすらいつている。しかしその機序については定説がなく、今回の検討ではその断層像の所見から、長期にわたる左室容積負荷による心室中隔の過伸展により、術後収縮期においても中隔本来の収縮が、中隔全体の実質的な収縮をもたらすに至らず、左室側の圧に負けて右室側へ押し出されるためと推測した。なお断層上の所見としては、心房中隔欠損症例の術後でも同様で、その機序も同じものと考ええる。

Kerber ら⁹⁾は動物実験で急性の右室容積負荷状態を作ると、心室中隔は奇異性運動を示し、これを除去すると直ちに正常運動に復帰する所見を得ている。すなわち、心房中隔欠損症術後に存続する心室中隔異常運動に関する説明としては、前

述のごとき長期にわたる容積負荷による中隔自身の器質的变化を考慮する必要があると思われる。

症例 7: 15 才男, 先天性左側心膜欠損症例であるが, 最初は胸部レントゲン上左第 2 弓の突出, UCG 上中隔奇異性運動の所見から, 心房中隔欠損症と誤診された症例である。Figure 7 に示す高速度超音波断層法では, 下段の収縮末期においては, 上段の拡張末期に比して左室 (LV) 全体が前方へ移動している。これは心膜欠損症例における心室中隔奇異性運動の成因として, Payvandi ら¹⁰⁾が UCG の所見から推定したように, 心外膜による左室の固定が不十分であるためと考えられる。なお術後の UCG 上心室中隔奇異性運動成因の一部に, 手術による心膜の処理が関係する可能性があるが, 上に示したように, われわれの症例ではこの点は明確には示されていない。

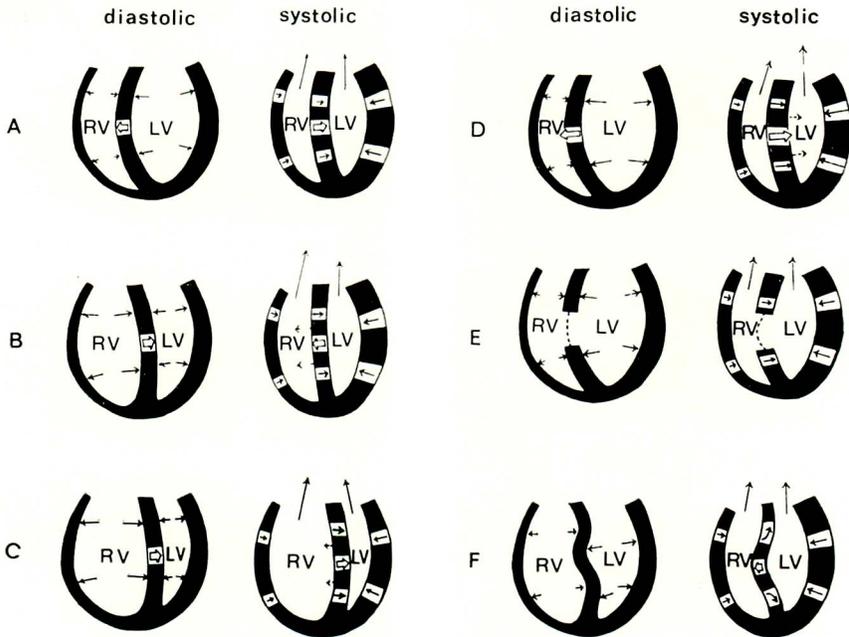


Figure 8. Schematic illustrations of interventricular septal performance.

A: normal, B: right ventricular volume overload, C: right ventricular volume overload with pulmonary hypertension, D: left ventricular volume overload, E: interventricular septal defect, postoperative state and anteroseptal myocardial infarction. F: left and right ventricular volume overload, postoperative state.

以上心室中隔運動につきその所見と機序に関する考察を加えたが、これを要約すると **Figure 8** のようになる。それぞれ収縮期と拡張期につき、左右両心室 (LV, RV) と中隔の active contraction を白枠内の黒矢印で、左右両心室からの駆血量を矢印の大きさで、両心室、中隔への加圧の大きさを黒矢印で、中隔の動きの方向と大きさを白矢印で示した。

A は症例 1 に相当する正常例

B は症例 2 に相当する右室容積負荷例

C は症例 3 に相当する右室容積負荷、肺高血圧例

D は症例 4 に相当する左室容積負荷例

E は症例 5 に相当する心室中隔欠損術後、心室中隔梗塞例

F は症例 6 に相当する左室または右室容積負荷術後例

の各状態における心室中隔の動きを模式図で示したものである。まだ speculation の域を出ない部分もあり、また完全左脚ブロックなど今回検討しなかった問題もあり、今後なお症例を加えて検討を要すると考える。

結 論

高速度超音波心臓断層法により、臨床例における心室中隔運動を検討、多種の中隔運動様式を認めたと、これを要約すると以下の 2 点にまとめられる。

1) 心室中隔は収縮状態 (contractile state) にある時は、原則として左室の一部として収縮する。

2) 心室中隔は非収縮状態 (non-contractile state) にある場合 (心周期では拡張期、収縮期であってもパッチで置換されたり、梗塞後など収縮能力を失っているか、左室・右室容積負荷疾患術後などのように過伸展によりこれと同様の状態にある場合) には、左・右両室からの圧・容積負荷によりいずれの方向にも動き得る。

要 約

超音波高速度断層法を用い、臨床例における心室中隔運動を検討した。心房中隔欠損症例など右室容積負荷症例では、拡張末期に心室中隔が左室側に大きく偏位される所見がみられた。また大動脈弁閉鎖不全症など左室容積負荷症例では、拡張期に中隔が右室側へ大きく偏位される状態がみられた。さらに心室中隔欠損症例術後、大動脈弁閉鎖不全症人工弁置換術後の症例についても中隔運動を記録したが、いずれにおいても収縮期中隔が右室側へ偏位される状態を認めた。また先天性心膜欠損症例では中隔の奇異性運動は認めるが、断層像では心臓全体の動きによるものと結論された。以上の諸現象を解析し、中隔行動につき以下の結論を得た。中隔は収縮能力を有し原則として左室の一部として収縮するが、非収縮状態にある時は、左右両心室からの容積または内圧による圧迫により、左右いずれの方向にも偏位し易い passive な性質を有する。

文 献

- 1) Assad-Morell JL, Tajik AJ, Giuliani ER: Echocardiographic analysis of the ventricular septum. *Prog Cardiovasc Res* 17: 219, 1974
- 2) 大木 崇, 沢田誠三, 松村幸治, 森 博愛, 西島早見: 心室中隔欠損症における心室中隔運動の術後変化について. 第 26 回日本超音波医学会講演論文集. 1974, p 74
- 3) Feigenbaum H: *Echocardiography*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1972, p 139
- 4) Diamond MA, Dillon JC, Haine CL, Change S, Feigenbaum H: Echocardiographic features of atrial septal defect. *Circulation* 43: 129, 1971
- 5) Meyer RA, Schwartz DC, Benzig G, Kaplan S: Ventricular septum in right ventricular volume overload. *Amer J Cardiol* 30: 349, 1972
- 6) Weyman AE, Feigenbaum H, Dillon JC: Cross-sectional echocardiographic studies in right ventricular volume overload. *Amer J Cardiol* 37: 182, 1976
- 7) 西村欣也, 日比範夫, 神戸 忠, 坂本信夫, 竹村靖彦, 中川和雄, 佐藤 茂: 高速度超音波心臓断層法. 呼吸と循環 23: 923, 1975

友田

- 8) Miller HC, Gibson DG, Stephens JC: Role of echocardiography and phonocardiography in diagnosis of mitral para prosthetic regurgitation with Starr-Edwards prostheses. *Brit Heart J* **35**: 1217, 1973
- 9) Kerber RE, Dippel W, Abboud FM: Abnormal motion of interventricular septum in right ventricular volume overload. *Circulation* **48**: 86, 1973
- 10) Payvandi MN, Kerber RE: Echocardiography in congenital and acquired absence of the pericardium: an echocardiographic mimic of right ventricular volume overload. *Circulation* **53**: 86, 1976