

左心機能指標としての左室
収縮末期径, 収縮期血圧-収
縮末期径比の臨床的検討

Clinical study of ventri-
cular end-systolic di-
mension and systolic
blood pressure / end-
systolic dimension ratio
as the indices of left
ventricular function

板家 守夫
高橋 啓美
古田陽一郎
緒方 康博
藤山 増昭
陣内 重三
古賀 義則*
宇津 典彦*
戸嶋 裕徳

Morio ITAYA
Hiromi TAKAHASHI
Yoichiro FURUTA
Yasuhiro OGATA
Masuaki FUJIYAMA
Juzabu JINNOUCHI
Yoshinori KOGA*
Fumihiko UTSU*
Hironori TOSHIMA

Summary

Recently left ventricular end-systolic pressure-volume relation and its slope, E_{max} , have been evaluated experimentally and applied clinically as the indices of left ventricular contractility. However, determination of the slope (E_{max}) requires acute pressure loadings, which are difficult to perform repeatedly in every patients. Therefore, non-invasive and single point indices of the left ventricular function at rest would be needed for the practical application. The purpose of the present study was to evaluate left ventricular end-systolic dimension (ESD) and systolic blood pressure-end systolic dimension ratio (SBP/ESD) as the indices of left ventricular function, which were obtained by the echocardiogram and blood pressure (either direct measurement of aortic pressure or non-invasive sphygmomanometry). The slope of SBP-ESD relation (e_{max}) was determined statistically by fitting linear regression equation to several measurements (more than thrice) obtained after methoxamine infusion and sublingual nitroglycerine in 18 patients. ESD, SBP/ESD, ejection fraction (EF) and mean velocity of circumferential fiber shortening (mVCF) were calculated from one point value

久留米大学医学部 第三内科
*同 循環器病研究所
久留米市旭町 67 (〒830)

The Third Department of Internal Medicine, *In-
stitute of Cardiovascular Diseases, Kurume Univer-
sity, School of Medicine, Asahimachi 67, Kurume 830

Presented at the 21st Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, September 14-15, 1980

Received for publication November 29, 1980

at rest and compared to the slope of SBP-ESD relation. In addition, clinical value of ESD and SBP/ESD was examined in 168 subjects with normal left ventricular function and various heart disease. The following results were obtained.

1) ESD correlated to EF, mVcf and e_{max} with a correlation coefficient of -0.93 , -0.83 , and -0.74 , respectively. Similar correlation was obtained between SBP/ESD and EF as well as mVcf and e_{max} with a correlation coefficient of 0.77 and 0.60 . In addition, e_{max} correlated to EF and mVcf ($r=0.78$, $r=0.62$). Better correlations were obtained between SBP/ESD or e_{max} and EF or mVcf when curvilinear function was applied.

2) ESD increased in patients with volume overload (aortic or mitral regurgitation) and congestive cardiomyopathy (CCM). On the other hand, SBP/ESD decreased only in CCM and increased in hypertensive heart disease, aortic stenosis and hypertrophic cardiomyopathy. These results suggested that SBP/ESD would be a preferable index of left ventricular function independent from volume overload while erroneous high value in patients with thickened left ventricular wall would be resulted from ignorance of left ventricular wall thickness in this index.

3) NYHA function class neither had an excellent relation to SBP/ESD nor to EF, mVcf and ESD. Relation of SBP/ESD to the clinical course of patients with congestive heart failure (CHF) was also not excellent, while other indices such as EF and ESD restored to the normal value with the clinical improvement of CHF. On the contrary, better relation was obtained between SBP/ESD and long-term prognosis, so that this index seemed to represent the ventricular function per se independent from the preload or afterload.

Key words

Left ventricular end-systolic dimension, systolic blood pressure/end-systolic dimension ratio E_{max}
Left ventricular function

はじめに

左心機能を安静時一点のみの単一指標で評価することは、日常臨床上最も理想的と思われる。しかし、現実には心機能は種々の負荷に応じて時々刻々変化するため、その適応が完成されていない時点での単一指標の評価には問題が残っており、急性負荷とそれに対する心ないし左心応答関係の二次元的評価が一般的である。すなわち Starling 以来の従来の左心機能曲線、afterload mismatch の概念、そして近年注目されている E_{max} はそうした評価法の中心をなすものであるが、臨床レベルことに bed-side においてすべての患者に負荷を施行したり、病態変化に応じて頻回に負荷テストを行うことは困難であり、安静時の単一指標の確立は左心機能評価上不可欠と考えられる。 E_{max} については Suga らによる動物実験以来、種々の臨床応用が報告されているが、左室収縮末

期単一指標についての検討はまだ十分ではない。先に我々は動物実験、観血的な臨床検討をつうじて、左室収縮末期圧-内径比ないし左室最大圧-収縮末期容量比が従来の諸指標とも関連が深く、左心機能評価上有用な単一指標であることを報告した。今回はこれらの指標の日常臨床への応用を目的として、心エコー図からの左室収縮末期径 (ESD) と収縮期血圧 (SBP) の計測から求めた ESD, SBP/ESD の有用性を検討した。

対象および方法

本学 第三内科にて入院精査した正常左心機能 (normal) 群 18 例、高血圧症および高血圧性心臓病 (HHD) 54 例、大動脈弁閉鎖不全症 (AR) 50 例、大動脈弁狭窄症 (AS) 4 例、僧帽弁閉鎖不全症 (MR) 9 例、僧帽弁狭窄症 (MS) 8 例、うっ血型心筋症 (CCM) 13 例、肥大型心筋症 (HCM) 11 例の合計 167 例を対象とした (Table 1)。こ

Table 1. Materials

Normal control (Nor.)	18
Hypertensive heart disease (HHD)	54
Aortic regurgitation (AR)	50
Aortic stenosis (AS)	4
Mitral regurgitation (MR)	9
Mitral stenosis (MS)	8
Congestive cardiomyopathy (CCM)	13
Hypertrophic cardiomyopathy (HCM)	11
Total	167

のうち normal 群 7 例, HHD 4 例, AR 3 例, MR 1 例, CCM 3 例の計 18 例については methoxamine 点滴静注, nitroglycerine 舌下にて収縮期血圧を 40 mmHg 前後変化させた. 9 例には心房ペースングにて心拍数を固定し, 観血的に大動脈基部圧を, 残り 9 例は心拍数非固定下で非観血的にカフ型血圧計にて測定した. これら

18 例の心エコー図は 東芝製 SSH-11A にてビーム方向を確認しつつ, Honeywell 製の strip-chart recorder にて毎秒 50 mm の紙送り速度で大動脈圧 (非観血例ではカフ型血圧計, 頸動脈波) と心音図, 心電図第 II 誘導とともに同時記録した (Fig. 1). なお拡張末期径 (EDD) は心電図 R 波頂点, 収縮末期径 (ESD) は心音図 II 音開始時, または左室の最小内径点 (ほぼ大動脈圧切痕部に相当) にて計測し, 諸指標は以下の計算式によった. 左室駆出分画 (EF)

$$EF = \frac{EDV - ESV}{EDV}$$

(volume 計算は Pombo 法による)

平均基準化内周短縮速度 (mVCF)

$$mVCF = \frac{EDD - ESD}{ET \times EDD}$$

(ET: ejection time)

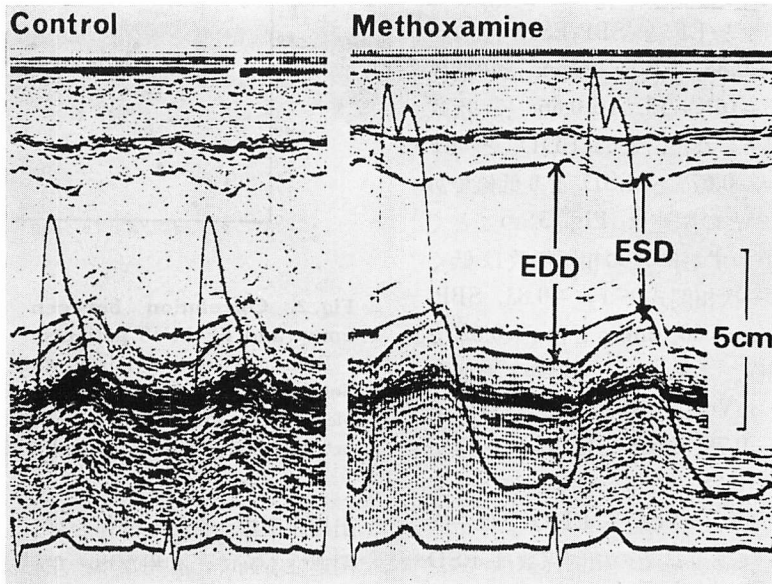


Fig. 1. Simultaneous recordings of the left ventricular echocardiogram and carotid pulse tracing at rest (left) and during methoxamine infusion (right).

Systolic blood pressure and heart rate are changed from 152 mmHg to 178 mmHg, and from 81/min to 58/min, respectively. Left ventricular end-diastolic dimension (EDD) and end-systolic dimension (ESD) are measured at the point of the R wave of ECG (II) and at the point of minimal left ventricular dimension.

Meridional peak stress/ESD

= aortic systolic pressure
 × ESD/4wth (ESD+wth)

(wth: LV wall thickness in end-systole)

emax: 収縮期血圧 - 左室収縮末期径関係の slope 値. これは Suga らの Emax と類似の指標で, 3点以上の圧 - 内径関係から直線回帰式を求め, その勾配 (mmHg/mm) で示した.

その他の症例の心エコー図は SKI-Echoline 20にて記録し血圧は同時期のカフ型血圧計によった.

結 果

1. ESD, SBP/ESD, emax と他指標との関連性

Fig. 2 に EF と ESD, SBP/ESD, emax の関係を示す. ESD とは一次相関式で求めると $r = -0.93$, SBP/ESD とは $r = 0.77$, emax とは $r = 0.78$ の相関々係を示した. これをもっとも適合した曲線式で示すと EF と SBP/ESD は $Y = -137/X + 105$, $r = 0.85$, EF と emax との関係では $Y = -0.7X^2 + 16X - 15$, $r = 0.86$ と一次式より高い相関が認められた. なお EDD と EF の一次相関は $r = -0.67$ と ESD より低値であった. 一方 mVcf との関係は **Fig. 3** のごとく EF との関係よりわずかにその相関係数は低く mVcf と ESD は一次相関式で $r = -0.83$, SBP/ESD との間には $r = 0.60$, emax とは $r = 0.62$ であった. EF と同様, もっともよく適合した曲線式にあてはめると mVcf と SBP/ESD は $1/Y = 11.02/X - 1.88$, $r = 0.79$, emax とは $Y = -0.02X^2 + 0.31X - 0.41$, $r = 0.78$ となり, 曲線式により高い相関を示した. また mVcf と EDD とは一次式では $r = -0.64$ であり, その相関係数は ESD との関係よりも低値であった. emax と ESD, SBP/ESD の関係は **Fig. 4** のごとくいずれも高い直線相関を有し, emax と ESD とは $r = -0.74$, SBP/ESD とは $r = 0.79$ であった. 以上のごとく今回検討の ESD, SBP/ESD は従来の駆

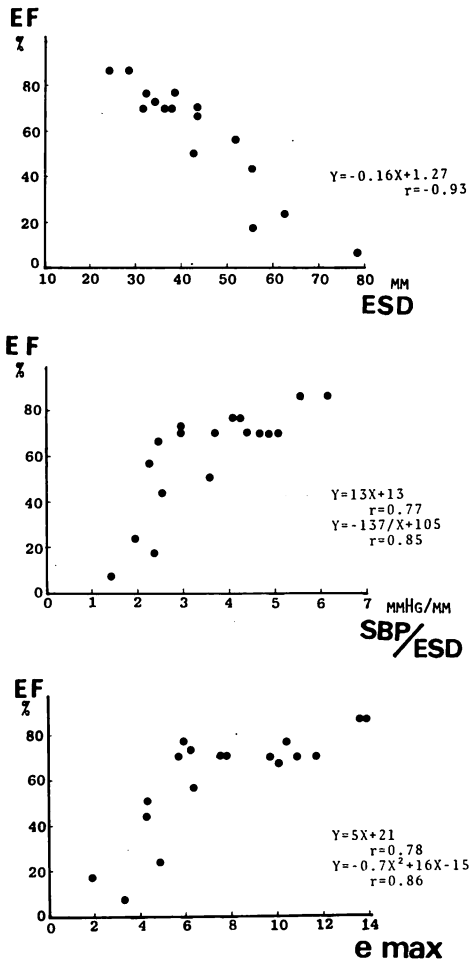


Fig. 2. Correlation between ESD, SBP/ESD, emax and EF in 18 patients.

Each index well correlates with EF, and correlation coefficients in this figure are obtained by a simple equation, but the curvilinear relations are aparent between SBP/ESD, emax and EF.

出期諸指標と密接な関係を有し, また emax との関連性も高く, 有用な単一左心機能指標として使用しうるものと考えられ, 以下の臨床的検討を加えた.

2. 各心疾患における ESD, SBP/ESD 値について

Fig. 5 は各種心疾患において ESD, SBP/ESD 値を対比したものである. なお AS では心臓カテ

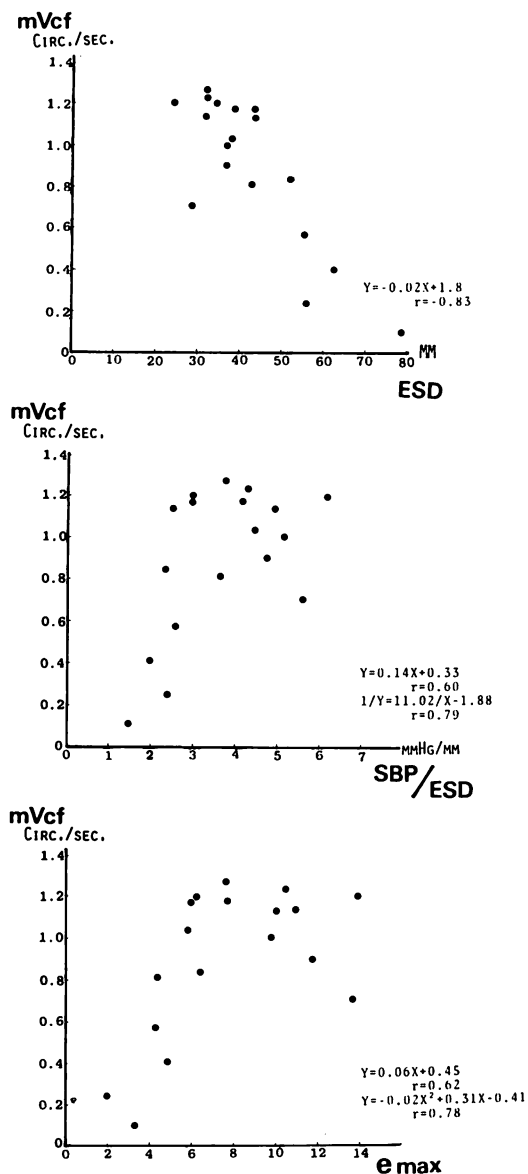


Fig. 3. Correlation between ESD, SBP/ESD, e max and mVcf.

These results are similar to those in Fig. 2, but each correlation coefficient is lower.

ーテル中の左室最大圧をもって SBP に代えた。ESD は normal 群 32.2 ± 4.2 mm, MR 39.5 ± 5.7 , AR 45.7 ± 9.5 , CCM 50.5 ± 6.7 , HHD

36.0 ± 11.1 , AS 30.3 ± 9.9 , MS 34.1 ± 5.4 , HCM 25.9 ± 3.4 であり, 容量負荷疾患群の MR, AR および不全心の CCM で有意の高値を示し, 一方 HCM では低値を示した。しかし圧負荷疾患群の HHD, AS および MS では normal 群と有意差がなかった。

SBP/ESD は normal 群 3.7 ± 0.8 , MR 3.2 ± 0.9 , AR 3.1 ± 0.8 , CCM 2.0 ± 0.4 , HHD 4.7 ± 1.5 , AS 9.0 ± 4.3 , MS 3.3 ± 0.5 , HCM 4.6 ± 0.9 であり, ESD とは逆に容量負荷疾患群 (MR, AR) や CCM で低値を示したが, MS では normal 群と有意差はなかった。逆に圧負荷疾患群の HHD, AS および HCM では有意に高値を示した。

3. 重症度および臨床経過との関連について

病態生理が比較的均一で臨床の重症度が判定しやすいと考えられる HHD 46 例を用いて, ESD, SBP/ESD を含めた各種血行動態指標の臨床的意義を検討した。なお重症度の分類は New York Heart Association (NYHA) の旧分類によった。Fig. 6 のごとく ESD-SBP 座標において NYHA I 度群は ESD 30 mm, SBP 160 mmHg を中心に左上方に位置し, III, IV 度と重症化するにつれて, ESD は 40 mm 以上に増大し右下方に偏位する傾向がみられ, II 度群は ESD 40 mm 以下で I 度群とほぼ重複した。ただし III, IV 度群の一部には, SBP が 200 mmHg 前後の高値を呈し右上方に偏位するものもみられた。Fig. 7 は Fig. 6 と同様の対象を用いて各指標ごとに NYHA の重症度分類との関連をみたものである。なお壁厚の問題を加味する指標として, peak stress/ESD 比も同時に検討した。いずれの指標も NYHA I 度と II 度の区別は不可能であった。ESD, EF, SBP/ESD, peak stress/ESD のいずれも II 度, III 度間では有意差があった。EF は III 度と IV 度で有意差がみられたが, ESD, peak stress/ESD では差はなく, SBP/ESD では III 度より IV 度で低下傾向が強いものの, 両群に SBP が 200 mmHg 前後と高値を示す症例があ

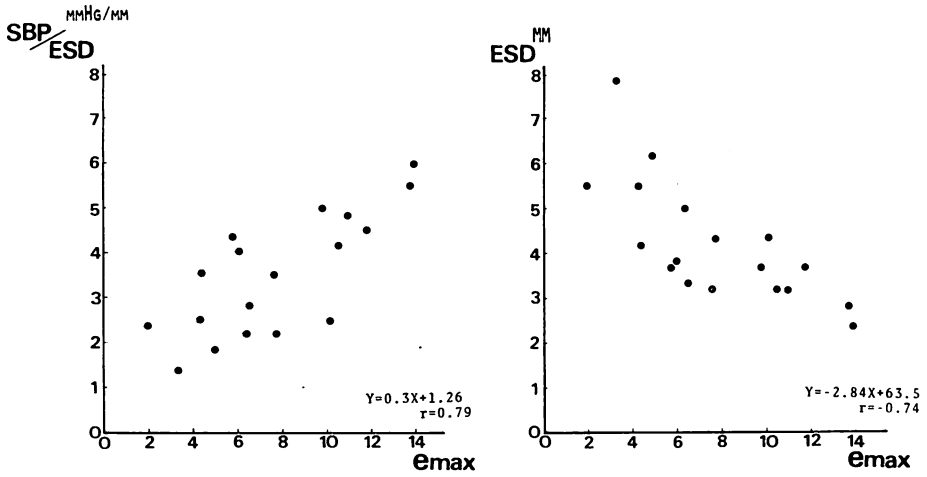


Fig. 4. Correlation between ESD, SBP/ESD and emax.
Each relationship is significantly linear.

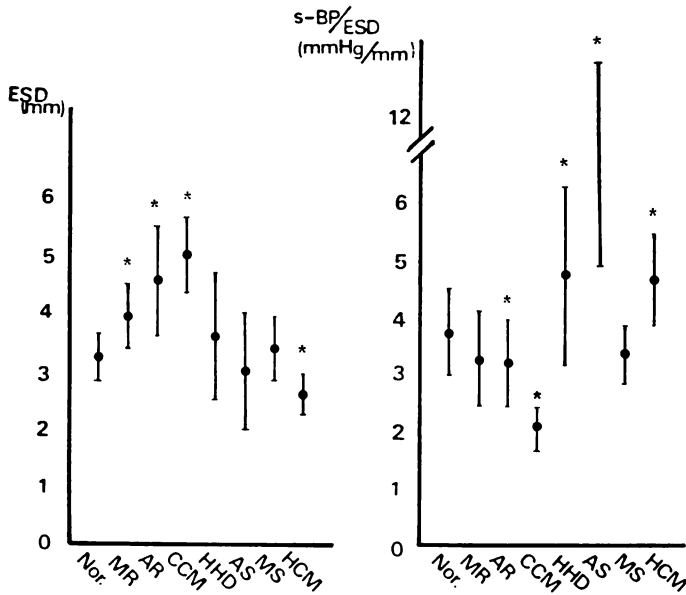


Fig. 5. ESD (left) and SBP/ESD (right) in normal subjects and cardiac patients.
Each bar shows the mean and standard deviation and asterisks show the statistical significance ($p < 0.05$) in comparison with normal subjects. Abbreviations: See Table 1.

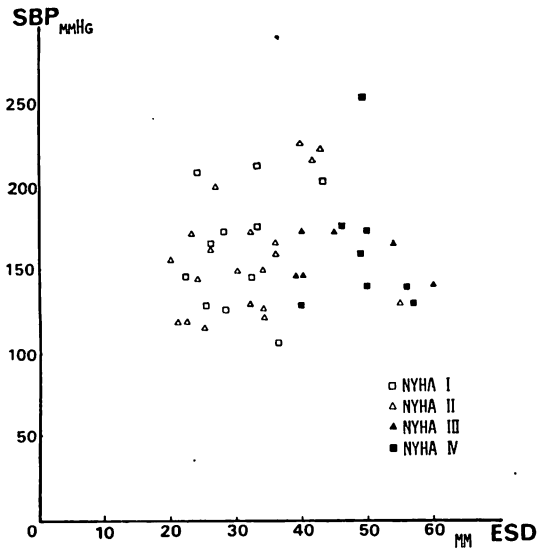


Fig. 6. Relationship between ESD, SBP and functional capacity in patients with hypertensive heart disease.

Functional capacity is determined by the classification of New York Heart Association (NYHA).

り、有意差はみられなかった。なおいずれの指標にも各群間にならぬ強い overlap がみられた。さらに腕舌時間と ESD, EF, SBP/ESD との間にはそれぞれ $r=0.67$, $r=-0.60$, $r=-0.54$ の相関がみられた。つぎに臨床経過におけるこれら諸指標の変化を検討した。Fig. 8 は高血圧性心臓病で心不全をきたし入院した 1 例の経過を示している。入院時、心胸郭比 (CTR) 66%, EDD 70 mm, ESD 61 mm と著明な左室拡大を呈し、EF は 34% と低下して左心不全状態にあった。ジギタリス剤、降圧利尿剤により臨床症状は軽快し、CTR, EDD も改善したが ESD の改善率はより大きかった。一方 EF はわずかに改善をみたが、SBP/ESD は入院時とほとんど変わりがなかった。さらに血管拡張剤 (Prazosine) 投与により臨床症状は軽快し、CTR, EF, ESD, EDD も同様に好転している。しかし退院後の日常生活を考慮して、運動量を増加し、また血管拡張剤に変

えて β -ブロッカー (Pindolol) を投与したところ、自覚症状、CTR, EDD は変化しなかったが、ESD の漸増 EF, SBP/ESD の低下をみた。すなわち本症例ではその臨床経過をみる上に、ESD は EF と同程度の敏感な指標と考えられ、一方他の指標が軽快したにもかかわらず SBP/ESD は低値にとどまり、有意の上昇がみられなかったことは心収縮能自体の改善はほとんどみられず、わずかな負荷にて今後も心不全をきたしうることを示唆している。同様に高血圧性心臓病による心不全 4 例、産褥心の 2 例について臨床経過をみたものが Fig. 9 である。自覚症状の改善に伴い、EDD, ESD は縮小し、とくに ESD の改善が顕著で EF の上昇も同程度に認められた。一方、SBP/ESD の経過は種々であり、経過中不変、あるいはさらに低下した例ではいずれも退院後の日常生活に制限が必要であった。なお SBP/ESD が低下した 1 例では収縮期血圧が入院時 208 mmHg から、降圧剤の服用により 148 mmHg へと著明な低下がみられた。SBP/ESD が著明に上昇した 2 例は心不全の改善により血圧がわずかに上昇し、ESD が顕著に縮小した結果と考えられたが、この 2 例では退院後の日常生活にとくに制限は不要であった。Peak stress/ESD はいずれの症例も低下傾向がみられ、ESD の減少による stress 低下のためと考えられた。しかし著明な変化のない 4 例は SBP/ESD の上昇をみなかった例と同一例であった。

考 案

左心機能はそのポンプとしての特性と、心筋収縮特性とを別々に、しかも単一指標で評価しうることが望ましいが、現在までに十分満足しうような収縮特性の指標は皆無に近い。一方心機能ないし左心機能評価の主目的の 1 つは、心予備力の把握にあると考えられる。急性負荷に対する心ないし左心応答の二次元的あるいは三次元的解析は、この目的のためには有力な方法と思われる。Frank-Starling 以来の心機能曲線¹⁻³⁾、Ross らの

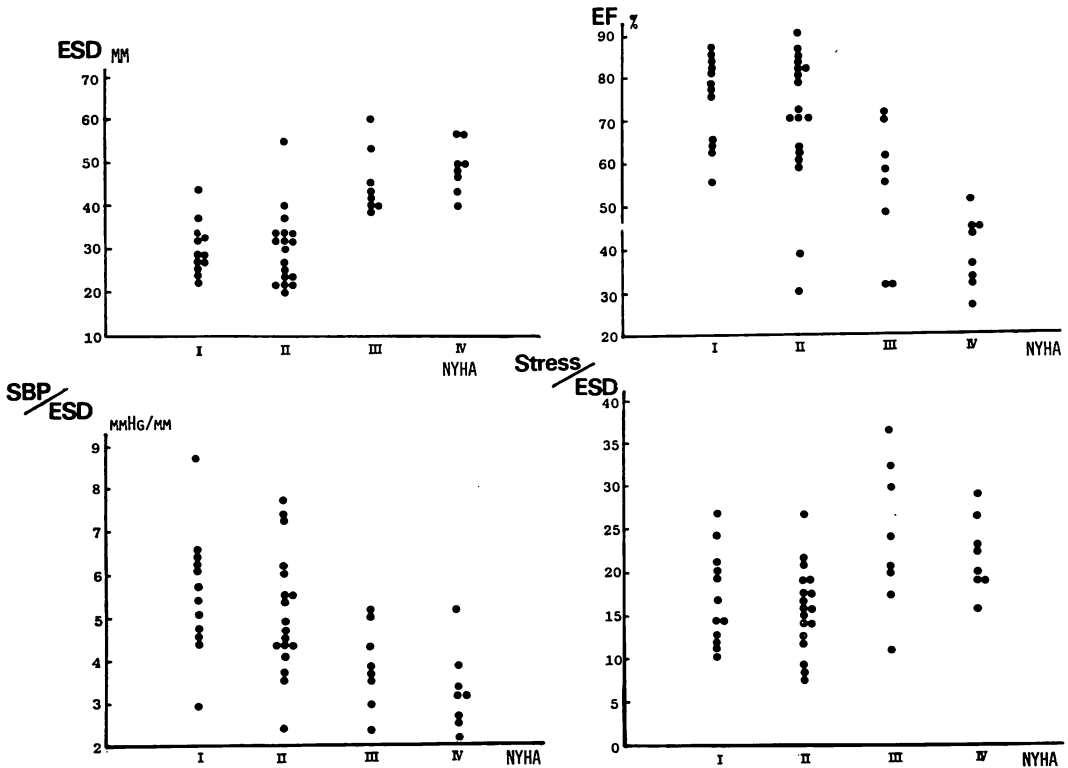


Fig. 7. Evaluation of each parameter in relation to the functional capacity (NYHA). Stress/ESD is the ratio of peak meridional wall stress and end-systolic dimension of the left ventricle (G_R/CM^3).

afterload-mismatch の概念⁴⁾はそうした方法の中心であり, また最近, 心収縮能を表わすとされ, その臨床応用も盛んな左室収縮末期圧-容積関係, E_{max} の考え⁵⁻¹⁵⁾も収縮末期という新しい事象からみた二次元的解析法ともいえよう. しかし日常臨床においては, こうした負荷応答のみからの評価も方法論的に問題があり, 単一指標からの解析も不可欠と思われる. 本研究で検討した非観血的左室収縮末期指標, ESD, SBP/ESD はその意味で興味ある単一指標といえよう.

1. ESD, SBP/ESD と他指標との関連性

Figs. 2~4 に示したごとく, ESD, SBP/ESD は左室駆出期のポンプおよび速度指標である EF, mVcf と良好な相関係数を有し, さらに SBP-ESD 関係の slope 値 (e_{max}) と関係が

深かった. さらに SBP/ESD と EF, e_{max} と EF ないし SBP/ESD と mVcf, e_{max} と mVcf の間によい相関関係がみられ, とくに前二者においては Sagawa ら⁹⁾が E_{max} と EF との関係において理論的に導いたと同様な curvilinear な結果を得た. すなわち今回検討の ESD, SBP/ESD は従来の指標と関連が深く, 左心機能指標の 1 つとして有用と考えられた. これら指標の基礎的検討は少ないが, 一般に ESD は preload より独立し, heart rate にわずかに依存し, afterload, contractility に敏感に反応するものと考えられる^{17,18)}. 一方 SBP/ESD は preload, heart rate よりほぼ独立するが, afterload にわずかに左右され contractility に敏感な指標とされる^{16,17)}. ESD ないしは左室収縮末期容量 (ESV) は左室ポンプ

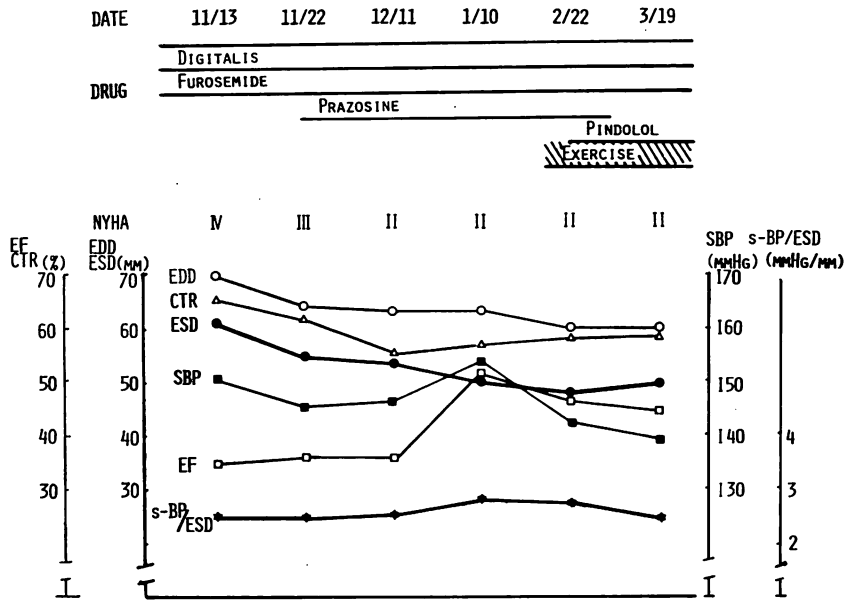


Fig. 8. Alteration of clinical course and each parameter in a patient with hypertensive heart disease.

ESD and EF change significantly in relation with treatment and improvement of the clinical course, but SBP/ESD indicative of cardiac contractility does not change prominently and remains in the lower values even though his symptoms have improved.

機能の重要な容量因子であり、単独指標のさいには今回の他指標との関連からみても、また前報においても¹⁷⁾、左室拡張末期容量ないし内径と同等あるいはそれ以上の重要性を有すると思われる。今回提示した各指標との有意の相関は心収縮能をも含めた意味で、ESD または ESV が左心機能の重要な指標の1つであることを示唆している。とくにそれは Frank-Starling 機構の発現前後の critical level, ないし preload reserve が限界に達したさいにその重要性が増すものと推察される。一方 SBP/ESD は LV pressure-dimension loop のほぼ左肩に相当したものであり、瞬時の pressure/dimension ないし volume ratio の最大値と直線相関があり^{16,17)}、Suga らの Emax 上の一点に相似するものである。しかし SBP/ESD は圧ゼロにおける dimension 補正がなく、しかも Suga らによる動物実験と異なり^{5-7,9)}、全例で

の x 切片への一点集束は認められず、重症化するほどこの dimension ないし volume が增大する^{10,15)}とされることを考慮すると、Emax とは完全には同一視できない。しかし Fig. 3 のごとく emax との間に高い相関が得られたことより、SBP/ESD は emax そして Emax に近似する指標の1つと考えられた。一方今回の検討でも圧-内径関係の x 切片は左室容量増加ないし重症化に伴い増大する傾向があり、左室収縮末期容量が増大するほど SBP/ESD は emax の低下に比べて大きく減少し、左室拡張例では本指標での心機能が過少に評価される危険性があり、注意が必要であろう。他の心機能指標と比較した上での Emax の臨床上的有用性は必ずしも明らかではない^{13,17)}。今回の emax と EF, mVcf との関連をみると (Figs. 2, 3), EF, mVcf のいずれに対しても critical level で変曲点を有する curvilinear

CLINICAL COURSE

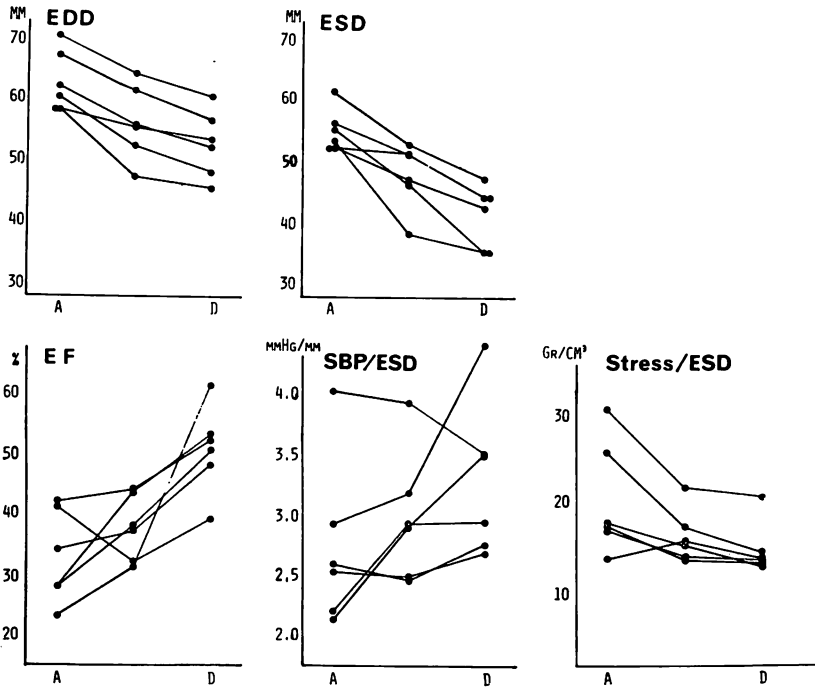


Fig. 9. Alteration of clinical course (A: admission; D: discharge) and each parameter in 6 patients with congestive heart failure.

EDD, ESD and EF change significantly in relation with improving of the clinical course. SBP/ESD and stress/ESD, however, show different behavior, i.e., the ratios remain in the lower values or does not change prominently.

な関係であり, この事実が e_{max} が EF 60% 以上, $mVcf$ 1.0 以上の症例の心機能をより適確に反映しうる1つの根拠であろう. 同様な傾向は SBP/ESD についてもみられ, これは従来 EF, $mVcf$ に比し比較的軽症の心機能障害の把握により有用と考えられた.

2. 各心疾患における ESD, SBP/ESD の意味

ESD は正常心に比べて容量負荷疾患 (MR, AR), 不全心 (CCM) で高値, HCM で低値をとり, 圧負荷疾患 (HHD, AS), MS では統計的には有意差がなかった. SBP/ESD は容量負荷疾患, 不全心で低値, 圧負荷疾患, HCM で高値を

とった. これらの両指標が左心機能評価上問題になるのは両指標とも壁厚を考慮していない点であるが, このため圧負荷疾患, 肥大心では normal ないし hyperdynamic function 的に表現されたものと考えられる. このように圧負荷心, 肥大心を除けば, これらの指標は病的心の発見に有用となる. 虚血心を含めた Nivatpumin¹⁶⁾, そして我々の検討¹⁷⁾では EF よりも敏感な指標とも考えられる. なお圧負荷心においても preload reserve が動員される段階では EDD とともに ESD も増大し, 一部では SBP低下により SBP/ESD が正常より低下するのは当然である. また

SBP/ESD は前述のごとく心収縮能を表わしうるものの血圧が大きく変動した場合には SBP に左右されやすく、今後の問題点であろう。

3. 重症度および臨床経過の指標として

心不全の臨床的重症度の評価には通常 NYHA の旧分類が用いられるが、これには心収縮能のほかにいくつかの因子が関与しているものと考えられる。そこで今回はそれらの因子をさけるために、有意の冠動脈疾患を有さないと考えられる高血圧性心臓病のみを用いて指標と臨床所見の関係を検討した。

ESD-SBP 座標においては重症化する症例ほど右下方に偏位する傾向がみられたが、著明な血圧上昇のために右上方に偏位した例でも NYHA IV 度の重症例がみられ、それほど心収縮能自体は低下していなくても、心不全をきたしうることを示す所見として注目された。各指標と NYHA 分類の関係では、I, II 度と III, IV 度とはある程度区別しうる所見が得られたが、各群間の重なりも多く、これらいずれの指標も臨床症状と 1 対 1 の対応をするものではないものといえよう。一方臨床経過と各指標の関連は、Figs. 8, 9 に示したごとく、CTR, EDD より ESD の変化が大きく、それは EF の変化とほぼ parallel であった。SBP/ESD ないし stress/ESD は著明改善のものと不変のものに区別され、前者においては退院後も経過は良好で、とくに運動制限は必要なかったが、一方後者においては運動制限を要しており、経過をみるうえに興味ある指標と思われた。このように ESD や EF は前負荷、後負荷を加えた総合的な心臓の機能を表現し、患者の臨床状態をよく反映しているものと考えられ、一方これらの負荷から比較的独立し、心臓自身の機能状態を反映していると考えられる SBP/ESD が刻々の患者の状態とは必ずしも対応せず、むしろ長期予後と関連した点に興味ある所見であろう。しかし SBP の大幅な低下例では SBP/ESD はむしろその経過とは逆に低値となり、経過を追ううえには SBP の大幅な変動がないという条件が必要と思われた。

同様に stress/ESD も経過に伴ない異なる dimension で stress を検討するために、本指標が心筋単位の収縮力を示すとすれば、その臨床経過とは逆に paradoxical な動きを示し、今後の検討を要する点であろう。以上のごとくこれらの指標は SBP に著明な変化がなければ、とくに SBP/ESD においてその臨床経過、予後をみる上に有用な指標といえよう。近年 ESD ないし ESV を用いて大動脈弁閉鎖不全症例の手術適応時期について検討がなされているように²⁰⁻²²⁾、これら収縮期指標は手術適応との関連の上でも検討に値しよう。

結 語

左室収縮末期径 (ESD)、収縮期血圧-左室収縮末期径比 (SBP/ESD) の左心機能指標としての有用性を検討して以下の結果を得た。

1) ESD, SBP/ESD は EF, mVcf そして e_{max} (SBP-ESD 関係式の勾配値) と有意な linear ないし curvilinear な関係を有し、左心機能指標の 1 つとして有用と考えられた。

2) これらの単一指標はとくに病的心の発見に有用と考えられるが、壁厚の問題を含まず after-load に左右されるために、圧負荷疾患、肥大大心においてはその評価に注意が必要であった。

3) 心不全患者の経過と対比して検討すると、ESD は EF と同じく臨床経過とよく対応した。これに対して SBP/ESD はむしろ長期予後とよく相関し、心臓への負荷状態とは比較的無関係に、心臓自身の機能が状態を表現する指標となりうるものと考えられた。

要 約

最近左室収縮末期圧-容積関係とその傾きである E_{max} は、実験的には左室収縮能の指標として評価され、臨床的にも応用されている。しかし傾き (E_{max}) を求めるためには、すべての患者に頻回に行うことは困難である急性の圧負荷が必要であり、左心機能の指標として非観血的な安静時の単一指標も臨床応用では不可欠である。今回の研

究は心エコー図と(直接大動脈圧測定または非観血的に血圧計で測定)血圧より求めた, 左室収縮末期径(ESD)と収縮期血圧-収縮末期径(SBP/ESD)比の左心機能指標としての有用性の検討を目的とした。

SBP-ESD 関係の傾き(ここでは e_{max} と略)は 18 例についてメトキサミン点滴静注とニトログリセリン舌下による 3 点以上を求め, 統計的な直線関係で求めた。ESD, SBP/ESD, 駆出分画(EF)と mV_{CF} は安静時の一点より求め, SBP-ESD の傾きと比較検討した。さらに正常左心機能群と各種心疾患例 168 例について ESD と SBP/ESD を臨床的に検討し, 以下の結果をえた。

1) ESD は EF, mV_{CF} , そして e_{max} とそれぞれ相関係数が -0.93 , -0.83 , -0.74 であった。同様の関係が SBP/ESD と EF, mV_{CF} と e_{max} であり相関係数は $r=0.77$, 0.60 であった。さらに e_{max} と EF および mV_{CF} は $r=0.78$, 0.62 の相関があった。そして SBP/ESD または e_{max} と, EF または mV_{CF} の間には曲線式で求めるとより高い相関があった。

2) ESD は容量負荷群(AR, MR)と CCM で増加していた。一方 SBP/ESD は CCM でのみ低下し, HHD, AS と HCM で増加していた。これらの結果は SBP/ESD は容量負荷の影響が少なく, 左心機能として望ましい指標となりうることを示し, 一方 LV 壁厚の増加した患者ではこの指標が LV 壁厚を無視しており, 高値を示したので, 機能評価上, 注意すべきであろう。

3) NYHA 機能分類は SBP/ESD, EF, mV_{CF} , また ESD とは良好な関係はなかった。心不全患者での SBP/ESD と臨床経過との相関はよくなかったが, EF, mV_{CF} や ESD とは心不全の改善とよく相関した。しかし SBP/ESD は長期予後とよい関係があり, この指標は前負荷より独立し, それ自体で心機能を表わしていることを示唆していた。

文 献

- 1) Petterson SW, Starling EH: On the mechanical factors which determine output of ventricle. *J Physiol* **48**: 375-379, 1914
- 2) Sarnoff JS, Berglund E: Ventricular function; Starling's law of the heart studied by means of simultaneous right and left ventricular function curves in the dog. *Circulation* **9**: 706-718, 1954
- 3) Guyton AC, Jones CE, Coleman TG: *Circulatory Physiology* (2nd ed). WB Saunders, Philadelphia, 1973
- 4) Ross J Jr: Afterload mismatch and preload reserve; A conceptual framework for the analysis of ventricular function. *Prog Cardiovasc Dis* **18**: 255-264, 1976
- 5) Suga H, Sagawa K, Shoukas AA: Load independence of the instantaneous pressure-volume ratio of the canine left ventricular and effects of epinephrine and heart rate on the ratio. *Circulation Res* **32**: 314-322, 1973
- 6) Suga H, Sagawa K: Instantaneous pressure-volume relationships and their ratio in the excised, supported canine left ventricle. *Circulat Res* **35**: 117-126, 1974
- 7) Suga H, Sagawa K, Kostink DP: Controls of ventricular contractility assessed by pressure-volume ratio, E_{max} . *Cardiovasc Res* **10**: 582-000, 1976
- 8) Suga H, Yamakoshi K: Effects of stroke volume velocity of ejection or end-systolic pressure of canine left ventricle. End-systolic volume cramping. *Circulat Res* **40**: 445-450, 1977
- 9) Sagawa K, Suga H, Shoukas AA, Bakalou KM: End-systolic pressure/volume ratio: A new index of ventricular contractility. *Am J Cardiol* **40**: 748-753, 1977
- 10) Grossman W, Brauwald E, Mann T, Mclamin LP, Green LH: Contractile state of the left ventricular in man as evaluated from end-systolic pressure volume relations. *Circulation* **56**: 845-852, 1977
- 11) Sasayama S, Kotoura H: Echocardiographic approach for the clinical assessment of left ventricular function; The analysis of end-systolic pressure (wall stress)-diameter relation and force-velocity relation of ejection ventricle. *Jpn Circulat J* **43**: 357-366, 1979
- 12) Marsh JD, Green LH, Wynne J, Cohn PF, Grossman W: Left ventricular end-systolic pressure-dimension and stress-length relation in normal human subjects. *Am J Cardiol* **44**: 1311-1317, 1979

- 13) Weisfeldt ML, Shoukas AA, Weiss JL, Dashkoff NCOme P, Greffith LSC, Achoff SC, Dücci H, Sagawa K: Emax as a new contractility index in man *Circulation* **54** (Suppl II): II-31, 1976 (abstr).
- 14) Takahashi M, Sasayama S, Kawai C, Kotoura H: Contractile performance of the hypertrophied ventricle in patients with systemic hypertension. *Circulation* **62**: 116-126, 1980
- 15) Fujii J, Kuboki M, Watanabe H, Kato K: Comparative study of Emax, ejection fraction, Vcf and left ventricular function curve by echocardiography. *J Cardiography* **10**: 451-458, 1980
- 16) Nivatpumin T, Katz S, Schnier J: Peak left ventricular systolic volume ratio: A sensitive detector of left ventricular diseases. *Am J Cardiol* **43**: 969-974, 1979
- 17) Fujiyama M, Furuta Y, Ikeda H, Uemura S, Itaya M, Takahashi H, Toshima H, Utsu F: Experimental and clinical study of peak left ventricular systolic pressure/left ventricular end-systolic volume (LVSP/LVESVI) ratio as an index of left ventricular function. *J Cardiography* **10**: 831-841, 1980
- 18) Mitchell JH, Wildenthal K: Problems in measurement of myocardial contractility. *Proc Roy Soc Med* **65**: 542-545, 1972
- 19) 古田陽一郎, 藤山増昭, 戸次久敏, 宇津典彦, 戸嶋裕徳: 左室収縮末期指標の検討(観血的方法). 第48回日本循環器学会九州地方会(福岡), 1980
- 20) Borow K, Green LH, Mann T, Sloss LJ, Collins JJ Jr, Cohn L, Grossman W: End systolic volume as a predictor of post-operative left ventricular function in volume overload from valvular regurgitation. *Circulation* **56** (Suppl III): III-40, 1977
- 21) Henry WL, Borow RO, Rosing DR, Ebstein SE: Observations on the optimum time for operative intervention for aortic regurgitation. II. Serial echocardiographic evaluation of asymptomatic patients. *Circulation* **61**: 484-492, 1980
- 22) Henry WL, Barow RO, Borer JS, Ware JH, Kent KM, Redwood DR, McIntosh CL, Morrow AG, Ebstein SE: Observations on the optimum time for operative intervention for aortic regurgitation. I. Evaluation of the results of aortic valve replacement in symptomatic patients. *Circulation* **61**: 471-483, 1980