

本態性高血圧症における血 行力学的特徴と僧帽弁前尖 運動様式

Movement of the anterior mitral leaflet and hemo- dynamic characteristics in hypertension

上嶋 十郎
村松 準
角張 雄二
矢端 幸夫
後藤 哲也
遠藤 恭子
木川田隆一
森田いつ子*

Juro KAMIJIMA
Jun MURAMATSU
Yuji KAKUBARI
Yukio YABATA
Tetsuya GOTOH
Kyoko ENDO
Ryuichi KIKAWADA
Itsuko MORITA*

Summary

The relation between movement of the anterior mitral leaflet and hemodynamic characteristics in hypertension was studied in 69 hypertensive patients and 20 normal subjects. The echocardiogram of the anterior mitral leaflet was recorded by Aloka SSD-60B and 110 echocardiograph (UCG) in supine position. After the polygraphic analysis (Wezler's method), hemodynamic characteristics of hypertension were divided into 3 types, i.e., hyperresistant type (17 cases), normal type (36 cases) and high output type (16 cases), respectively. The systolic time intervals were estimated by Hollback's method.

Decreased DDR (diastolic descent rate) (72 ± 34 mm/sec, $p < 0.001$), increased closing velocity (231 ± 77 mm/sec, $p < 0.005$), increased CA-amplitude (16.2 ± 3.1 mm, $p < 0.001$) and A/E ratio (0.76 ± 0.10 , $p < 0.001$) of the anterior mitral leaflet were observed in hypertension as compared with those in normal subjects. While the DDR was significantly decreased in both hyper-resistant and normal types, the opening velocity was remarkably increased in high output type as compared with other hemodynamic types of hypertension.

The increase in DDR was correlated to the increase in cardiac output ($r = 0.48$) as well as to the decrease in total peripheral vascular resistance ($r = -0.44$). The cases with decreased DDR (less than 65 mm/sec) had significant increase in total peripheral vascular resistance ($p < 0.005$), vascular volume elasticity coefficient (E') ($p < 0.025$) and decrease in cardiac output ($p < 0.005$), respectively. Among 3 hemodynamic values, A/E ratio was found almost the same mode of change as DDR, although these changes were not statistically significant. On the contrary, changes in DDR and A/E ratio did not show any correlation between those in systolic time intervals and in cardio-dynamic reactions.

北里大学医学部 内科
* 同 臨床検査部
神奈川県相模原市麻溝台1 (〒228)

Department of Internal Medicine, Kitasato University
School of Medicine, *Laboratory Department of
Kitasato University Hospital, Asamizodai 1, Sagami-
hara, 228

It was suggested that the DDR in hypertension fluctuates according to vasculodynamic factors, i.e., cardiac output and/or intracardiac flow from the left atrium to the left ventricle.

From these echocardiographic characteristics of the anterior mitral leaflet in hypertension, it is suggested that the cardiac compliance of hypertension is likely to be lower in hyperresistant type than in high output type of hypertension.

Key words

echocardiogram (UCG)
movement of the anterior mitral leaflet
diastolic descent rate
A/E ratio
hemodynamic characteristics
systolic time intervals

はじめに

高血圧症の病態は、多くの血行力学的因子に左右され、かつ、病期の進展にしたがい変動する。¹⁾したがって、高血圧症の血行動態を一様に評価することはできない。著者らは、非観血法として、比較的容易に記録しえ、かつ、左室動態を良く反映するとされている僧帽弁前尖運動の変化²⁾⁻⁵⁾に注目し、高血圧症の血行力学的特徴との関係を観察した。その結果、高血圧症のUCGに示された僧帽弁運動様式は、高血圧の背景にあるいろいろな血行力学的因子に、より特異的に作用され、高血圧の病態にかんし、きわめて特徴的である所見をえたので、その成績について述べる。

対象ならびに方法

対象は、代償性高血圧症 69 例 (男性 34 例, 女性 35 例), 年齢 18~77 才, 平均 52.2 才で, 対照として, 心健常 20 例 (男性 6 例, 女性 14 例, 年齢 15~69 才, 平均 43.8 才) をえらんだ。僧帽弁前尖(AML)UCG の記録は, Aloka SSD 60 B および 110 を用い, いずれも仰臥位, 第 3 もしくは第 4 肋間胸骨左縁で行った。AML-UCG において, 全振幅 (\overline{CE}), A 波の振幅 (\overline{CA}), A/E 比, 弁後退速度 (diastolic descent rate; DDR), 弁開放速度 (opening velocity; OV), および, 弁閉鎖速度 (closing velocity; CV) をそれぞれ計測した。また, ほぼ同時点で, 心電図, 心音図, 頸動脈

波, および大腿動脈波を, Elema-Schönander 社製 Mingograf 81 に, 毎秒 10 cm の紙送り速度で同時記録した。心・脈管力学的分析は Blumberger-Holldack 法,⁶⁾⁷⁾ ならびに Wezler-Böger 法⁸⁾⁹⁾ により, 高血圧症の血行力学的特徴を, 次の基準により分類した。すなわち, 末梢流血抵抗亢進型 (W 型): 末梢流血抵抗 $W > 2300 \text{ dyne} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$, 脈管容積弾性率亢進型 (E' 型): 脈管容積弾性率 $E' > 2650 \text{ dyne} \cdot \text{cm}^{-5}$, 高送血流量型 (M 型): 心拍出量 $V_m > 6.3 \text{ l/min}$, 尋常型 (N 型), ならびに, これらの混合型 (たとえば W+E' 型) などである。なお, 対象とした高血圧症 69 例中, 高送血流量型 M 型: 16 例, 尋常型 N 型: 36 例, ならびに, 抵抗亢進型 W, W+E' 型: 17 例であった。

成 績

A. 高血圧症における僧帽弁前尖 (AML) 運動の特徴

高血圧症 69 例において, AML の全振幅 \overline{CE} ($21.3 \pm 3.7 \text{ mm}$) は, 健常群 ($22.8 \pm 2.9 \text{ mm}$) に比べ, やや小さかったが有意差はなかった。しかし, A 波の振幅 \overline{CA} は, 高血圧症 ($16.2 \pm 3.1 \text{ mm}$) において, 健常群 ($12.5 \pm 3.5 \text{ mm}$) より有意に大きかった ($p < 0.001$)。また, A/E 比も, 高血圧症 (0.76 ± 0.10) で, 心健常群 (0.55 ± 0.14) より有意に大であった ($p < 0.001$) (Figure 1)。

高血圧症における弁後退速度 DDR (72 ± 34

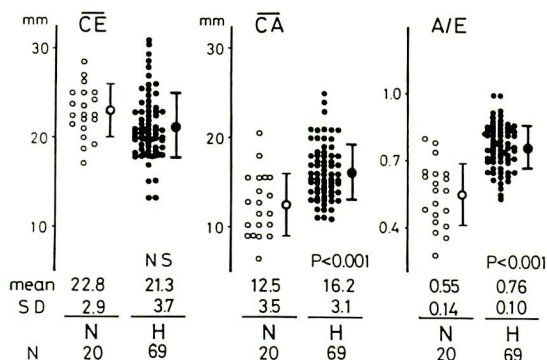


Figure 1. Change in amplitude of E and A waves and A/E ratio of the anterior mitral leaflet (AML) in hypertension.

Increase in both A wave amplitude (\overline{CA}) and A/E ratio (A/E) of AML were observed in hypertension as compared with those in normal subjects. However, amplitude of E wave (\overline{CE}) showed no significant change. N: normal, H: hypertension.

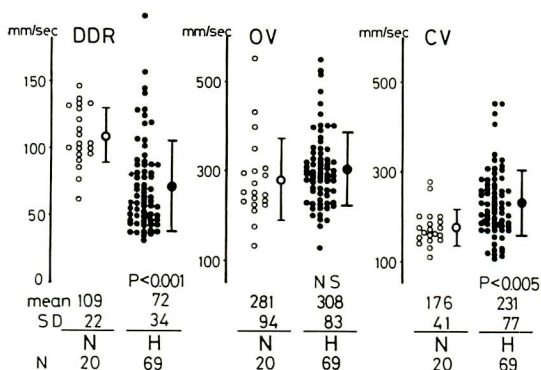


Figure 2. Change in diastolic descent rate (DDR) and closing and opening velocity of the anterior mitral leaflet (AML) in hypertension.

Decreased DDR and increased closing velocity (CV) of AML were observed in hypertension as compared with those in normal subjects. However, opening velocity (OV) showed no significant change.

mm/sec) は、健常群 (109 ± 22 mm/sec) に比べ、著しく遅かった ($p < 0.001$) が、弁開放速度 OV は、高血圧症 (308 ± 83 mm/sec) と健常群 (281 ± 94 mm/sec) で有意差がなかった。しかし、弁閉鎖速度 CV は、健常群 (176 ± 41 mm/sec) に

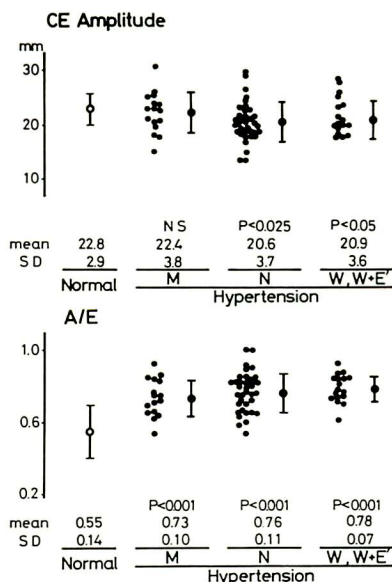


Figure 3. Correlation between movement of the anterior mitral leaflet (E wave amplitude, A/E ratio) and hemodynamic types of hypertension.

Amplitude of E wave (CE) was significantly decreased in normal and hyperresistant types of hypertension. A/E ratio (A/E) was increased in all 3 types of hypertension. M, N and W mean the hemodynamic characteristics of hypertension. M: high output type (16 cases), N: normal type (36 cases), W, W+E': hyperresistant type (17 cases).

比べ、高血圧症 (231 ± 77 mm/sec) で有意に速かった ($p < 0.005$) (Figure 2).

B. 高血圧症の血行力学的特徴による僧帽弁前尖 (AML) 運動の変化

各血行力学的特徴型において僧帽弁運動様式を対比すると、 \overline{CE} は健常群に比べ、M型では有意差がなかったが、N型 ($p < 0.025$), W, W+E' ($p < 0.05$) 型では有意に小さかった。 \overline{CA} は、M, N, ならびに、W, W+E' 型のいずれにおいても、健常群より有意に大きかった ($p < 0.001$)。A/E比は、いずれも健常群より著しく大きく ($p < 0.001$)、M, N, および W, W+E' 型の順に大となる傾向を示した (Figure 3)。DDR は健常群に比べ、N型 ($p < 0.001$) および W, W+E' 型 ($p < 0.001$)

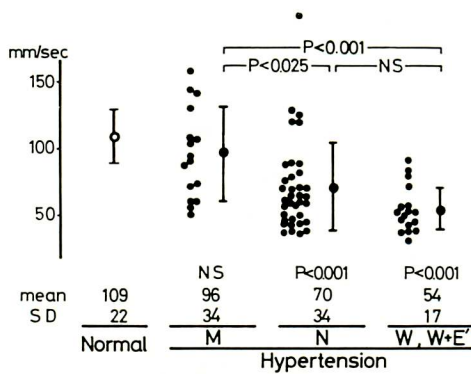


Figure 4. Correlation between diastolic descent rate (DDR) and hemodynamic type of hypertension.

Decreased DDR was shown in normal (N) and hyperresistant (W, W+E') types of hypertension. DDR in normal and hyperresistant types was significantly decreased as compared with that in high output type (M) of hypertension.

で有意に遅く, とくに W, W+E' 型で著しい遅れを示したが, M 型では, やや遅くなる傾向をみたにすぎなかった. 各血行力学的特徴型の間では, N 型 ($p < 0.025$) および W, W+E' 型 ($p < 0.001$) において, M 型に比べ有意な遅れが示された (Figure 4). OV は M 型で, 健常群より有意に速かった ($p < 0.05$) が, N 型, W, W+E' 型ではやや速くなる傾向をみた. CV は M 型 ($p < 0.025$), N 型 ($p < 0.005$) で健常群より有意に速かったが, W, W+E' 型では, 有意差がなかった (Figure 5).

C. DDR および A/E 比の変化と脈管力学的数値の関係

高血圧症における AML-UCG において, 最も著しい変化が示された DDR について, 健常群における mean-2SD, すなわち, 65 mm/sec を境とし, DDR が 65 mm/sec より速い A 群および 65 mm/sec より遅い B 群に分け, 脈管力学的数値の変化を対比した. 1 回心拍出量 Vs は, A 群 (86.8 ± 19.5 ml) より, B 群 (81.3 ± 23.6 ml) でやや少なかったが, 分時心拍出量 Vm は, A 群 (5.74 ± 4.93 l/min) に比べ, B 群 (4.93 ± 1.00 l

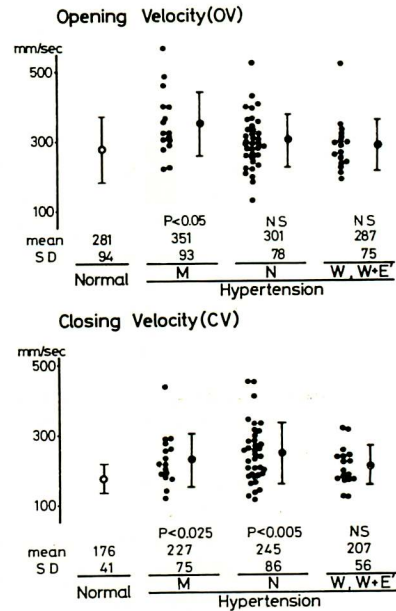


Figure 5. Correlation between opening and closing velocities and hemodynamic type of hypertension.

Increased opening velocity was found in only high output type (M) of hypertension. Increased closing velocity was shown in high output and normal (N) types of hypertension. W, W+E': hyperresistant type of hypertension.

min) で有意に減少した ($p < 0.005$). 末梢流血抵抗 W は, A 群 (1770 ± 426 dyne·sec·cm⁻⁵) より, B 群 (2090 ± 411 dyne·sec·cm⁻⁵) で有意に大きく ($p < 0.005$), 脈管容積弾性率 E' も, A 群 (2056 ± 257 dyne·cm⁻⁵) より, B 群 (2275 ± 449 dyne·cm⁻⁵) で有意に大であった ($p < 0.025$) (Figure 6). DDR (x) と Vm (y) の相関式を求めると, $y = 0.01x + 4.12 \pm 1.15$, 相関係数 $r = 0.48$ となり比較的相関が示された. また, DDR (x) と W (y) の相関式は, $y = -5.93x + 2360 \pm 446$, $r = -0.44$ となり負の比較的相関が示された (Figure 7). さらに, A/E 比について, 0.8 より小さい A 群, 大きい B 群に分けて脈管力学的数値をみると, Vs, Vm, W, および, E' のいずれにおいても, DDR にたいするのと同様の变化傾向が示されたが, 有

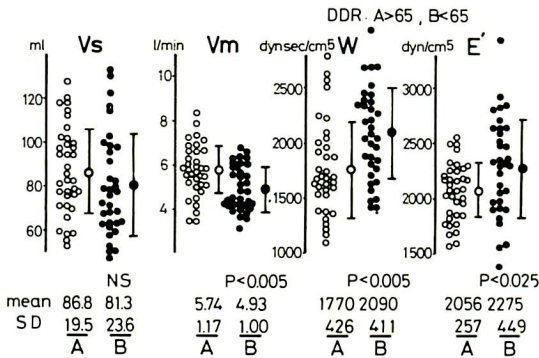


Figure 6. Correlation between vascular dynamic values and diastolic descent rate (DDR) in hypertension.

Decreased cardiac output (Vm), increased total peripheral vascular resistance (W) and vascular volume elasticity coefficient (E') were shown in cases with decreased DDR (less than 65 mm/sec). Vs: stroke volume.

意差をみなかった。

D. DDR および A/E 比の変化と心力学的反応

高血圧症を心力学的反応型別に分類すると、69 例中 2 例が容量反応 (PEP < 106 msec, ET/PEP ≥ 3.6), 14 例が尋常反応 (PEP < 106 msec, 2.5 < ET/PEP < 3.6), 28 例が準圧反応 (PEP ≥ 106 msec, ET/PEP > 2.5), 25 例が圧反応 (PEP ≥ 106 msec, ET/PEP ≤ 2.5) を示していた。DDR は容量反応群を除き、尋常、準圧および圧反応の各群で、いずれも有意な減りが示された (p < 0.001)。しかし、各心力学的反応型間にはいずれも、有意な変化が示されなかった (Figure 8)。

DDR を、65 mm/sec より速い A 群、遅い B 群に分け、各心収縮時相値の変化をみると、QI, ICT, PEP, ETI および ET/PEP のいずれも、両群で差異がなかった (Figure 9)。また、ET/PEP と DDR の間にも、とくに相関を認めなかった。さらに、A/E 比を 0.8 より小さい A 群、大きい B 群に分けて心収縮時相値との関係をしらべたが、これにも著変をみなかった。

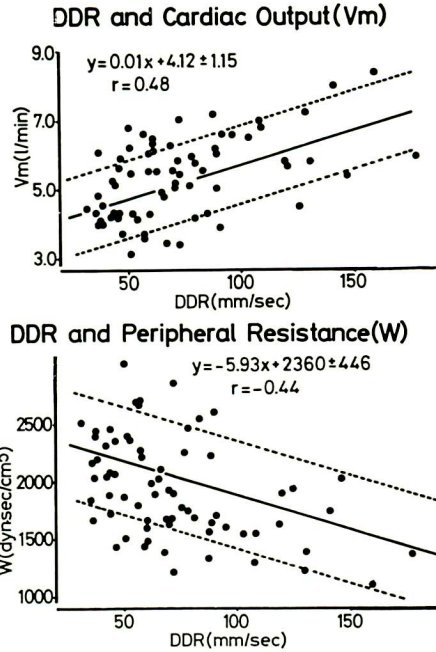


Figure 7. Correlative changes between diastolic descent rate (DDR) and cardiac output (Vm), as well as between DDR and total peripheral vascular resistance (W) of hypertension.

Increase in DDR was correlated to the increase in cardiac output (r = 0.48), as well as to the decrease in total peripheral vascular resistance (r = -0.44).

考 案

高血圧症における僧帽弁前尖運動にかんする報告はきわめて少ない。松尾ら¹⁰⁾は、高血圧症ならびに動脈硬化性心疾患において、AML 振幅の減り、A, E 振幅差の減り、さらに、OV, DDR の遅延傾向を示すと述べた。真城、楠川ら¹¹⁾は、本態性高血圧症の心不全例で、shoulder formation をみ、かつ、A 波が E 波より大きくなること、また、hyperfunction 例では、収縮期前方運動 (SAM) などの異常性が示され、さらに、DDR の遅れおよび心室中隔肥大が高血圧の重症度と相関することを報告した。一方、町井ら¹²⁾は、左室肥大および心筋の線維化などによる左室壁伸展性の減少、駆出率の低下によって左室収縮末期残留血

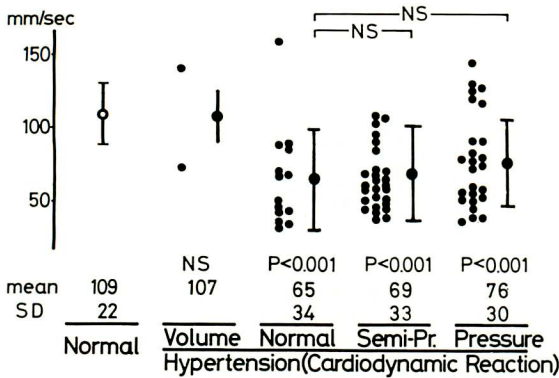


Figure 8. Correlation between diastolic descent rate (DDR) and cardiodynamic reaction type of hypertension.

Hypertensive patients were divided into four cardiodynamic reactions, i.e., volume (2 cases), normal (14 cases), semipressure (28 cases) and pressure reactions (25 cases) respectively. DDR was increased in normal, semipressure and pressure reactions, more than normal subjects. However, no significant change was noted among all cardiodynamic reactions here observed.

流量が増し, 拡張期の血液流入障害をきたし, DDR が減少, E 波が減高するとのべている。

著者らが対象とした代償性高血圧症 69 例全例の観察において, 有意な変化として, A 波の増高, A/E 比のまし, DDR の遅延ならびに CV の迅速化が示された。一方, \overline{CE} は減少傾向をみ, かつ, OV はやや速い傾向があったが, これらはいずれも統計的に有意ではなかった。これらの変化を, 高血圧の血行力学的特徴により分類して観察すると, その変動は, とくに, \overline{CE} , A/E, DDR について, N 型 (尋常型) および W, W+E' 型すなわち抵抗亢進型高血圧症において著しかった。一方, M 型, すなわち高送血量型高血圧症では, OV, CV の増しが著しかった。W, W+E' 型高血圧症は, Sannerstedt による, hypokinetic もしくは, 一部 eukinetic circulation に相当し, 病期の進展により, しだいに心脈管系に器質的变化を生じ, 左室拡張終期圧の上昇を伴い, low compliant な傾向が増すことが知られている。¹³⁾ 一方, M 型高血圧症は, hyperkinetic circulation

DDR : A>65 , B<65

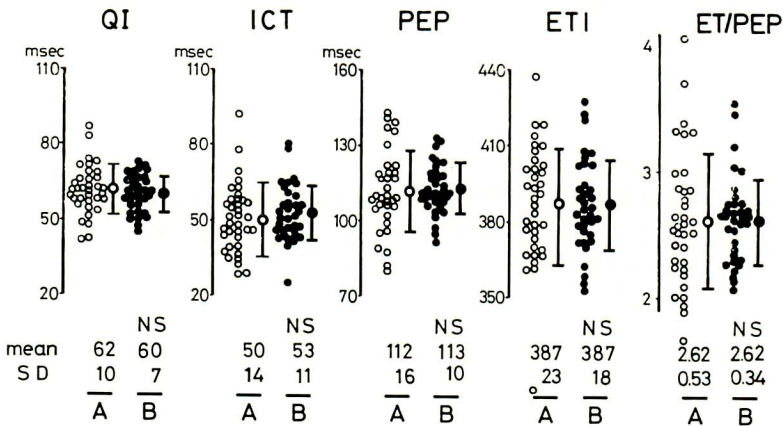


Figure 9. Correlation between cardiac dynamic values and diastolic descent rate (DDR) in hypertension.

There was no correlation between DDR and systolic time intervals.

QI: electro-mechanical coupling interval, ICT: isovolumic contraction time, PEP: pre-ejection period, ETI: ejection time index.

を示す。僧帽弁運動に關与する血行力学的因子²⁾14)~18)として、僧帽弁自体の性状、左房および左室の compliance ならびに左房・左室間の圧較差などによる血液流入量ならびに血流速度、もしくは、乳頭筋の機能などが考えられる。中川ら¹⁹⁾は、加齢による DDR、弁閉鎖速度の遅れ、最大振幅の減少、A/E 比の増大などを指摘し、DDR の遅れは、左室拡張早期における左室の弛緩速度、もしくは伸展性の低下による血液流入速度の減少および乳頭筋の伸展性低下などによるという。心筋梗塞¹⁹⁾ 特発性心筋症および心不全症例などにおいても DDR の著しい減少が認められる。著者らの対象とした高血圧症は、いずれも代償性であり、明らかな虚血性心疾患の合併例はなかったが、年齢は、18~77 才、平均 52.2 才で、健常例 (15~69 才、平均 43.8 才) に比べやや高めであった。しかし、血行力学的型により分類し、対比するさい、ほとんど年齢にかんする配慮を要さないと思われる。ちなみに、各血行力学的型において、年齢分布をみると、これらの間に著しい差はみられなかった。したがって、これらの変化は、高血圧の背景にある血行力学的病態を反映していると考えられる。高血圧心の病態は、主として脈管力学的因子に影響されることが多く、心力学的にはほとんどが圧反応化しているのが特徴的である²⁰⁾。DDR と A/E 比の変化と心・脈管力学的数値との関係では、DDR の遅い例で有意な心拍出量 Vm の減り、末梢流血抵抗 W、脈管容積弾性率 E' の増しが示され、DDR は、Vm および W の変化と比較的相関した。しかし、心力学的数値との間には特異性が示されなかった。A/E 比の関係もほぼ同様であったが、有意性はなかった。すなわち、高血圧症における AML の DDR および A/E 比は、心力学的効果より、むしろ脈管力学的効果に左右されるといえる。これらの脈管力学的効果は、二次的に高血圧心に作用し、病期を進展させ、hyperkinetic から hypokinetic circulation に移行させる。Quinones ら²¹⁾は、左室拡張機能低下と DDR の減りがよく相関し、このさ

い左房より左室への流入量の減少を伴うとのべた。さらに、Laniado ら²²⁾は、イヌを用い、弁口血流と、僧帽弁運動の関係を調べ、DDR と心拍出量が良く相関することをみた。W, W+E' 型高血圧症は、臨床上、代償性ではあるが、健常もしくは M 型高血圧症にくらべ、low compliant な病態にあり、その結果、DDR の遅れ、A/E 比の増大をきたし、一方、M 型高血圧症では hyperkinetic circulation を示すため、DDR に著変なく、OV および CV の有意な増しが示されたと思われる。かように、高血圧症における血行力学的特徴により、僧帽弁運動は明らかな特異性を示し、かつ、きわめて特徴的であり、AML-UCG の分析は、高血圧の病態生理学的診断に有用であると思われる。

まとめ

高血圧症における僧帽弁前尖運動と血行力学的特徴の関係について、高血圧症 69 例および健常 20 例を対象とし、対比、検討した。

高血圧症における血行力学的特徴は、多相性脈波分析により、抵抗亢進型 (17 例)、尋常型 (36 例) および高送血量型 (16 例) に分けた。

高血圧症全体では、健常例に比べ、弁後退速度 (DDR) の減少 ($p < 0.001$)、弁閉鎖速度の増加 ($p < 0.005$)、A 波振幅の増大 ($p < 0.001$) ならびに A/E 比の増し ($p < 0.001$) が示された。DDR の遅延は尋常型および抵抗亢進型高血圧症で著しく、一方、弁開放速度の増しは高送血量型で著明であった。DDR は心拍出量 ($r = 0.48$) ならびに全末梢脈管抵抗 ($r = -0.44$) と比較的相関した。DDR 減少例 (65 mm/sec 以下) では、全末梢脈管抵抗の増し ($p < 0.005$)、脈管容積弾性率の増し ($p < 0.025$) ならびに心拍出量の減り ($p < 0.005$) が示された。しかし、心収縮時相との間には相関がなかった。また、A/E 比もほぼ DDR と同様の傾向を示した。

高血圧症における DDR は、脈管力学的因子、すなわち心拍出量および左房・左室間の血流量に

左右されると思われる。

これらの高血圧症における僧帽弁前尖の心エコー図の特徴より, 高血圧症の心コンプライアンスは, 高送血量型高血圧症に比べ, 抵抗亢進型高血圧症において, より低下していることが考えられる。

要 約

高血圧症における僧帽弁前尖運動と血行力学的特徴の関係について, 高血圧症69例および健常20例を対象とし, 検討した。僧帽弁前尖エコー図は, Aloka SSD-60B および SSD-110 を用い, 背臥位で記録した。

多相性脈波分析 (Wezler 法) により, 高血圧症の血行力学的特徴を次の3型にわけた。すなわち, 抵抗亢進型 (17例), 尋常型 (36例) および高送血量型 (16例) などである。心収縮時相値は Hollback 法により求めた。

僧帽弁前尖運動における DDR (弁後退速度) の減少 (72 ± 34 mm/sec, $p < 0.001$), 閉鎖速度の増加 (231 ± 77 mm/sec, $p < 0.005$), CA 振幅の増大 (16.2 ± 3.1 mm, $p < 0.001$), ならびに A/E 比の増大 (0.76 ± 0.10 , $p < 0.001$) が, 健常例に比べ高血圧症において認められた。DDR は, 抵抗亢進型および尋常型の両者で著しく減少したが, 弁開放速度は, 高送血量型において高血圧の他の血行力学的型に比べ, 明らかに増していた。

DDR の増加は, 心拍出量 ($r = 0.48$) の増し, ならびに 全末梢脈管抵抗 ($r = -0.44$) の減りと相関した。DDR 減少例 (65 mm/sec 以下) では, 著しい全末梢脈管抵抗の増し ($p < 0.005$), 脈管容積弾性率の増し ($p < 0.025$), ならびに心拍出量の減り ($p < 0.005$) が示された。3つの血行力学的数値にかんし, A/E 比は DDR における変化とほぼ同様に变化したが, これらはいずれも統計学的に有意ではなかった。しかしながら, 心収縮時相値および心力学的反応との関係では, DDR および A/E 比の変化に, いずれも相関を認めなかった。

高血圧症における DDR は, 脈管力学的因子, すなわち, 心拍出量および左房・左室間の心内血流量により左右されると思われる。

これらの高血圧症における僧帽弁前尖の心エコー図の特徴より, 高血圧症の心コンプライアンスは, 高送血量型高血圧症に比べ, 抵抗亢進型高血圧症において, より低下していることが考えられる。

本論文の一部は, 第27および28回日本超音波医学会研究発表会ならびに第16回日本脈管学会総会において発表した。

文 献

- 1) 村松 準: 降圧剤と心・脈管動態. 現代医療 6: 561, 1974
- 2) 田中元直, 寺沢良夫: 僧帽弁動態とその生理学的意義. 呼吸と循環 19: 731, 1971
- 3) Feigenbaum H: Echocardiography. Philadelphia, Lea & Febiger, 1972, p 43
- 4) Joyner CR: Ultrasound in the Diagnosis of Cardiovascular-Pulmonary Disease. Chicago, Year Book Med Publishers, 1974, p 17, 101
- 5) Gramiak R, Wang RC: Cardiac Ultrasound. St Louis, CV Mosby, 1975, p 47, 142
- 6) Blumberger K: Die Anspannungszeit und Austreibungszeit beim Menschen. Arch Kreislauforsch 6: 203, 1940
- 7) Hollback K: Die Bedeutung der "Umformungs- und Druckanstiegszeit" für die Herzdynamik. Dtsch Arch Klin Med 198: 71, 1951
- 8) Wezler K, Böger A: Die Dynamik des Arteriellen Systems. Der arterielle Blutdruck und sein Komponenten. Ergeb Physiol 41: 292, 1939
- 9) 斎藤十六, 稲垣義明, 宇佐美暢久, 中村 仁: 物理的心・脈管力学的分析法. 呼吸と循環 12: 15, 1964
- 10) 松尾裕英, 向井 潤, 河田 肇, 仁村泰治, 阿部裕: 高血圧性・動脈硬化性心疾患における僧帽弁運動動態. 日本超音波医学会第10回研究発表論文集, p 68, 1966
- 11) Mashiro I, Kinoshita M, Tomonaga G, Hoshino T, Shimono Y, Kusakawa R: Echocardiographic observations in hypertension. Jap Circulat J 39: 1097, 1975
- 12) 町井 潔 編著: 心臓の超音波検査法. 中外医学社, p 149-150, 1973
- 13) Sannerstedt R: Differences in haemodynamic pattern in various types of hypertension. Triangle

- 9: 293, 1970
- 14) Layton C, Gent G, Pridie R, McDonald A, Brigden W: Diastolic closure rate of normal mitral valve. *Brit Heart J* **35**: 1066, 1973
 - 15) Nolan SP, Dixon SH, Fisher RD, Morrow AG: The influence of atrial contraction and mitral valve mechanics on ventricular filling. *Amer Heart J* **77**: 784, 1969
 - 16) Braunwald E, Rockoff D, Oldham HN, Ross J: Effective closure of the mitral valve without atrial systole. *Circulation* **33**: 404, 1966
 - 17) Sarnoff SJ, Gilmore JP, Mitchell JH: Influence of atrial contraction and relaxation on closure of mitral valve. *Circulat Res* **11**: 26, 1962
 - 18) Chiechi MA, Lees WM, Thompson R: Functional anatomy of the normal mitral valve. *J Thorac Surg* **32**: 378, 1956
 - 19) 中川喬市, 阿久津暁, 板津 英, 橋本勇次, 村木寛茂: 僧帽弁 UCG の加齢による変化と心筋梗塞における変化. *心臓* **6**: 827, 1974
 - 20) 村松 準, 角張雄二, 矢端幸夫, 遠藤恭子, 上嶋十郎, 後藤哲也, 木川田隆一: 高血圧症における脈管力学的型分類と左室収縮時相値ならびに心力学的反応の関係について. *臨床心音図* **5**: 45, 1975
 - 21) Quinones MA, Gaasch WH, Waisser E, Alexander JK: Reduction in the rate of diastolic descent of the mitral valve echogram in patients with altered left ventricular diastolic pressure-volume relations. *Circulation* **49**: 246, 1974
 - 22) Laniado S, Yellin E, Kotler M, Levy L, Stadler J, Terdiman R: A study of the dynamic relations between the mitral valve echogram and phasic mitral flow. *Circulation* **51**: 104, 1975