

スポーツ心と高血圧心における心室肥厚様式の検討：心エコー図とベクトル心電図を用いて

Left ventricular hypertrophy in hypertensive and athlete's hearts: Echocardiographic and vectorcardiographic characteristics

矢島 治夫  
鈴木 真事  
酒井 雅司  
安島 春洋  
汐見 俊一  
西沢 茂樹  
松崎 秀男  
大西 節夫  
平井 寛則  
関 清

Haruo YAJIMA  
Makoto SUZUKI  
Masashi SAKAI  
Haruhiro AJIMA  
Shunichi SHIOMI  
Shigeki NISHIZAWA  
Hideo MATSUZAKI  
Setsuo OHNISHI  
Hironori HIRAI  
Kiyoshi SEKI

### Summary

The difference in the patterns of left ventricular hypertrophy (LVH) between the athlete's heart (Judo player: Judo-Ath group) and the hypertensive heart (HT group) was studied using vectorcardiography and echocardiography.

The both groups were classified into two types based on the pattern of a QRS loop vector in the horizontal plane, respectively. One type (type II) satisfied the vectorcardiographic criteria of LVH by Upshaw, and the other (type I) did not satisfy it.

The subjects composed of 12 Ath-I, 18 Ath-II, 10 HT-I and 16 HT-II.

In the Ath-I, the characteristic vectorcardiogram was demonstrated in the horizontal plane, where an increased amplitude of an initial QRS vector was in the right and anterior direction. A mean ratio of the thickness of the interventricular septum to left ventricular posterior wall (IVSTd/PWTd) was 1.20 ( $p < 0.001$ ) in their echocardiograms.

In HT-I, on the other hand, a decreased amplitude of an initial anterior vector and an increased amplitude of a posterior vector were observed in the horizontal plane. IVSTd and PWTd did not increase in these patients.

東邦大学医学部 第三内科  
東京都目黒区大橋 2-17-6 (〒153)

The Third Department of Internal Medicine, Toho  
University School of Medicine, Ohashi 2-17-6,  
Meguro-ku, Tokyo 153

Presented at the 24th Meeting of the Cardiography Society held in Tokyo, March 23-24, 1982  
Received for publication May 17, 1982

These results indicated that an increased amplitude of an initial QRS vector in Ath-I is a reflection of the increased IVSTd.

In type II, both IVSTd and PWTd were symmetrically increased.

Concerning a spatial maximum QRS magnitude and left ventricular mass (LV mass), there was a significant correlation between the two only in HT-II ( $r=0.75$ ,  $p<0.01$ ).

It was concluded that there was some vectorcardiographic and echocardiographic differences between the left ventricular hypertrophic patterns of the athlete's heart and the hypertensive heart.

#### Key words

Athlete's heart

Hypertensive heart

Vectorcardiography

Echocardiography

### はじめに

スポーツ選手の心電図変化に関する報告は数多く<sup>1-4)</sup>, おもに胸部誘導 QRS の高振幅と QRS 幅の増大, 不完全右脚ブロック, QRS 電気軸の偏位などの現象が報告されている. しかし心電図変化と形態的変化の両面から検討した報告は少ないようである<sup>5-7)</sup>. スポーツ心臓は長期にわたる運動負荷により形態的に心拡大を伴うことが多いが, その心拡大も対象スポーツの種類により異なり, isometric exercise overloading により心肥大が, また isotonic exercise overloading により心拡張が生じ, いわゆるスポーツ心臓を呈するといわれている.

Morganroth ら<sup>8)</sup>によると, isometric exercise は高血圧症または大動脈弁狭窄症と同じ負荷様式で心肥大を来すと報告しているが, isometric exercise と高血圧症との心肥厚様式が果たして同様であるものかの検討はなされていない.

今回, 我々はスポーツ心のうち, isometric exercise により心肥大を来すといわれている柔道選手と, 高血圧患者との心肥厚様式の差異を知るため, ベクトル心電図ならびに心エコー図の両面から比較検討した.

### 対象および方法

対象は柔道歴平均 8.3 年, 平均年齢 20.3 歳の某大学現役柔道選手(以下 Ath 群) 30 名と, 治療歴平均 6.1 年, 平均年齢 57.1 歳の高血圧患者(以下 HT 群) 26 名を用いた. なお心電図上, 不整

脈を伴う症例を除外した. 両群ともベクトル心電図 Frank 誘導法により, X, Y, Z 誘導を data-recorder に記録し, 同時に直記法により QRS 環を描いた.

Upshaw<sup>9)</sup> によるベクトル心電図左室肥大基準を用い, ベクトル心電図水平面上より Ath 群, HT 群の両群を, それぞれ

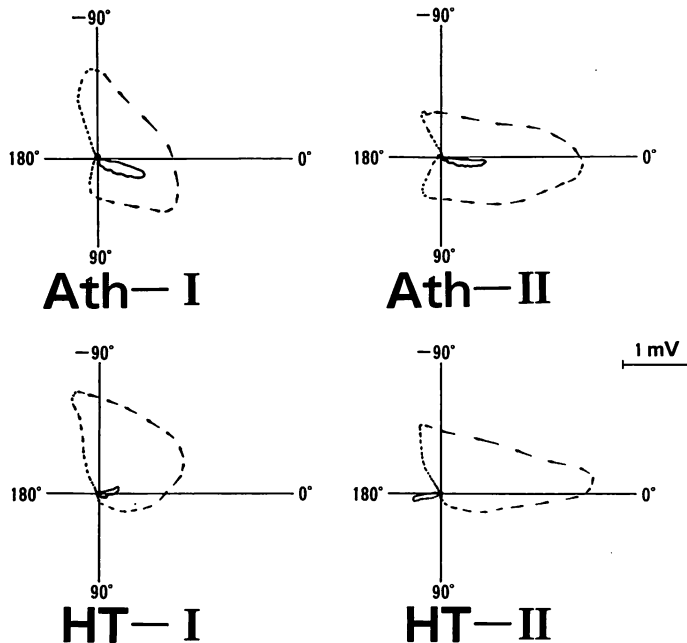
I 型: QRS 環が左方で比較的前後方向に張り出していて, Upshaw の基準をみたさないもの.

II 型: QRS 環が左方で最大ベクトルが左方向に張り出し, Upshaw の基準をみたすもの.

とに大別し, Ath-I 型 12 名, Ath-II 型 18 名, HT-I 型 10 名, HT-II 型 16 名の 4 つの型に分けた.

計測は各症例とも水平面 QRS 環開始 10, 15, 20, 30, 40, 50 および 60 msec 時のそれぞれの瞬時ベクトル, および maximum QRS ベクトルの大きさと方向を測定し, さらに水平面 QRS 環最大左方成分 (Rx), 最大後方成分 (Sz) を計測し,  $Rx+Sz$  を求め, 同時に前額面上での maximum QRS ベクトルの大きさと方向も求めた.

心エコー図は日立製 EUB 10B を用い, 心断層法により位置を確認の上, M モード心エコー図を記録した. 各症例とも, 左室拡張末期の左室内径 (LVDd), 左室後壁厚 (PWTd) および心室中隔壁厚 (IVSTd) を計測し, さらに Devereux の式<sup>10)</sup>より左室心筋重量 (LV mass) を求めた.



**Fig. 1. The configurations of typical vectorcardiograms (VCG) in the horizontal plane in athletes and patients with hypertension.**

Ath-I= Athlete-type I; Ath-II= Athlete-type II; HT-I= Hypertension-type I; HT-II= Hypertension-type II.

Type I: not satisfied the vectorcardiographic criteria of left ventricular hypertrophy (LVH) by Upshaw.

Type II: satisfied the vectorcardiographic criteria of LVH by Upshaw<sup>9)</sup>.

In this figure, the configurations of Ath-I and HT-I show VCG without LVH pattern, while those of Ath-II and HT-II with LVH pattern.

## 成 績

### 1. ベクトル心電図所見

**Fig. 1** は各型のそれぞれ1症例の水平面QRS環のベクトル心電図であり、上段がAth群のI型とII型、下段がHT群のI型とII型である。

**Table 1** はおのおの4型について、水平面QRS環開始より10, 15, 20, 30, 40, 50および60 msec時の平均瞬時ベクトルの方向と大きさを表わしたものである。心室中隔成分である初期ベクトル10 msec時の平均ベクトルの大きさはHT-I, HT-IIでそれぞれ平均0.15 mV, 0.17

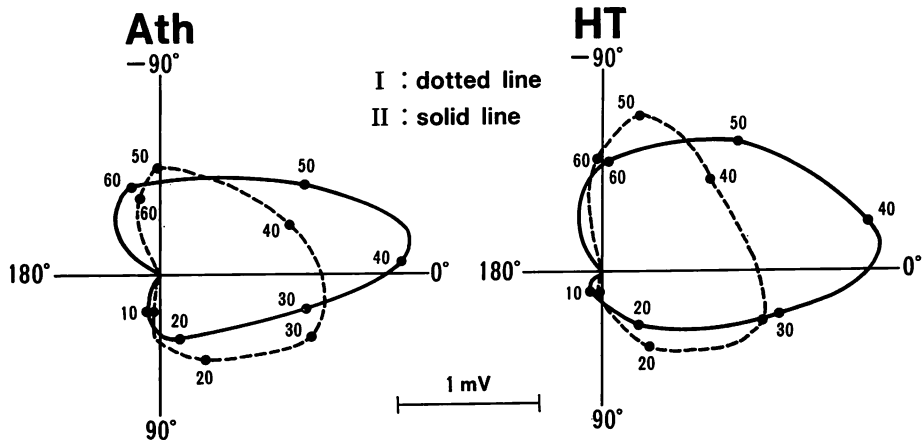
mVであるのに対し、Ath-I, Ath-IIは平均0.26 mV, 0.28 mVと有意に増大していた( $p < 0.001$ )。15 msec時の平均ベクトルの大きさにおいても、同時にAth群が増大していた。60 msec時の平均ベクトルの方向はAth-I, Ath-IIがそれぞれ $-115.3^\circ \pm 14.0^\circ$ ,  $-107.4^\circ \pm 15.0^\circ$ で、HT群の2型と比べ右後方へ偏位していた。またAth群の60 msec時の大きさはI型, II型との間に差はなかった。

**Fig. 2** は**Table 1**での平均瞬時ベクトルおよび水平面平均最大QRSベクトルの方向と大きさより、模式的に描いたQRS環である。図の左はAth群、右はHT群で、それぞれI型を破線

**Table 1. Vectorcardiographic data of mean instantaneous QRS vectors in the horizontal plane**

		10 msec.	15 msec.	20 msec.	30 msec.	40 msec.	50 msec.	60 msec.
Ath-I	Direction	99.5 ±24.0	95.4 ±22.0	60.8 ±27.4	22.3 ±16.8	-21.4 ±48.3	-90.2 ±48.1	-115.3 ±14.0
	Magnitude (mV)	0.26 ±0.07*	0.44 ±0.08	0.70 ±0.34	1.15 ±0.27	0.96 ±0.51	0.78 ±0.34	0.62 ±0.34
Ath-II	Direction	109.7 ±31.4	96.1 ±18.6	74.8 ±27.5	12.4 ±30.7	-2.56 ±26.4	-32.3 ±29.9	-107.4 ±15.0
	Magnitude (mV)	0.28 ±0.27**	0.43 ±0.41	0.46 ±0.21	1.04 ±0.30	1.73 ±0.32	1.18 ±0.31	0.67 ±0.26
HT-I	Direction	97.1 ±42.1	80.1 ±29.2	58.0 ±43.9	16.5 ±32.9	-41.6 ±34.9	-76.9 ±35.9	-91.1 ±30.7
	Magnitude (mV)	0.15 ±0.12*	0.27 ±0.16	0.64 ±0.40	1.19 ±0.49	1.04 ±0.47	1.13 ±0.46	0.81 ±0.36
HT-II	Direction	118.4 ±42.6	85.8 ±27.9	56.1 ±41.1	13.4 ±17.0	-11.8 ±25.9	-44.4 ±35.0	-86.6 ±26.8
	Magnitude (mV)	0.17 ±0.11**	0.21 ±0.15	0.47 ±0.27	1.28 ±0.35	1.88 ±0.66	1.30 ±0.72	0.78 ±0.53

\*  $p < 0.001$  (Ath-I vs HT-I), \*\*  $p < 0.001$  (Ath-II vs HT-II). Data expressed as mean ± SEM.



**Fig. 2. Schematic diagrams of the vectorcardiogram in the horizontal plane in athletes and hypertension groups according to the Table 1.**

で、II型を実線で表わしている。HT群の両型ともQRS環の左後区画での占める成分がAth群に比べ大きく、QRS環開始の初期ベクトルはAth群のI型、II型ともHT群に比べより左前方に張り出していた。また、それぞれII型での水平面最大QRSベクトルの方向と大きさの平

均値は、Ath-IIで $-9.83^\circ$ , 1.76 mV, HT-IIで $-7.54^\circ$ , 2.14 mVであり、最大QRSベクトルへの到達時間はHT群に比べAth群により遅延傾向にあった。

Table 2は水平面QRS環最大左方成分の大きさ(Rx), 最大後方成分の大きさ(Sz), spatial

Table 2. Vectorcardiographic data of each parameter

	Rx (mV)	Sz* (mV)	Rx+Sz (mV)	Spatial max. magnitude (mV)	Frontal plane	
					Max. vector (mV)	Axis
Ath-I	1.31±0.21	0.68±0.37	1.99±0.33	1.83±0.38	1.72±0.44	37.7±15.8
Ath-II	1.72±0.35	0.70±0.26	2.42±0.39	2.26±0.38	2.19±0.37	38.5± 7.3
HT-I	1.25±0.38	1.12±0.52	2.42±0.64	1.82±0.62	1.37±0.46	19.6±16.1
HT-II	2.05±0.45	0.82±0.43	2.87±0.83	2.30±0.55	2.26±0.49	22.4±13.9

\*: HT-I vs HT-II: p<0.05; HT-I vs Ath-I: p<0.05; HT-I vs Ath-II: p<0.05. Data expressed as mean ±SEM.

maximum magnitude および前額面 QRS 環最大ベクトルの大きさとその電気軸を表わしたものである。Sz は HT-I において平均 1.12 mV と他の 3 型に比べ有意に (p<0.05) に増大しており、HT-II においては HT-I に比べ有意に (p<0.05) 減少しているものの、Ath 群の I 型、II 型に比べれば増大傾向にあった。Spatial maximum magnitude は Ath 群、HT 群とも II 型のほうがそれぞれ平均 2.26 mV、2.30 mV と I 型に比べ増大していたが、両者には差はほとんどなかった。前額面での電気軸では、HT-I、HT-II とも左軸傾向を示したのに対し、Ath 群は両型とも正常範囲内であった。

2. 心エコー図所見

Fig. 3 は各型のそれぞれ 1 症例の僧帽弁直下での左心室の M モード心エコー図であり、上段が Ath 群の I 型と II 型、下段が HT 群の I 型と II 型である。

M モード心エコー図より計測した各型の拡張末期での左室内径 (LVDd)、左室中隔および、後壁の壁厚 (IVSTd, PWTd) の値を Table 3 に示した。LVDd では Ath-I 54.8±3.5 mm, Ath-II 55.5±4.4 mm と両者の間には差はなかったが、HT 群では HT-I 44.1±4.8 mm, HT-II 48.5±5.3 mm と II 型に増加傾向があった。

IVSTd と PWTd との比較では、Ath-I は IVSTd が 10.7±2.0 mm, PWTd が 8.9±1.7 mm と心室中隔壁が有意に (p<0.001) 厚いの

対し、Ath-II は IVSTd が 10.6±1.7 mm, PWTd が 10.7±2.0 mm とほぼ同等の値で有意差はなかった。また、Fig. 4 に示すごとく、心室中隔壁厚と後壁厚との比 (IVSTd/PWTd) は Ath-I で 1.20, Ath-II で 1.01 であり、両者の間に p<0.01 の有意な差を認めた。

一方、HT 群では HT-I は IVSTd が 9.6±1.3 mm, PWTd が 10.5±1.6 mm と後壁厚のほうが厚い傾向にあったが、有意差は認めなかった。HT-II はそれぞれ IVSTd 11.3±2.5 mm, PWTd 11.4±2.2 mm とほぼ同等の値であった (Table 3)。また、IVSTd/PWTd 比でも HT-I は 0.92, HT-II は 0.99 であり、両者の間には有意差は認めなかった (Fig. 4)。

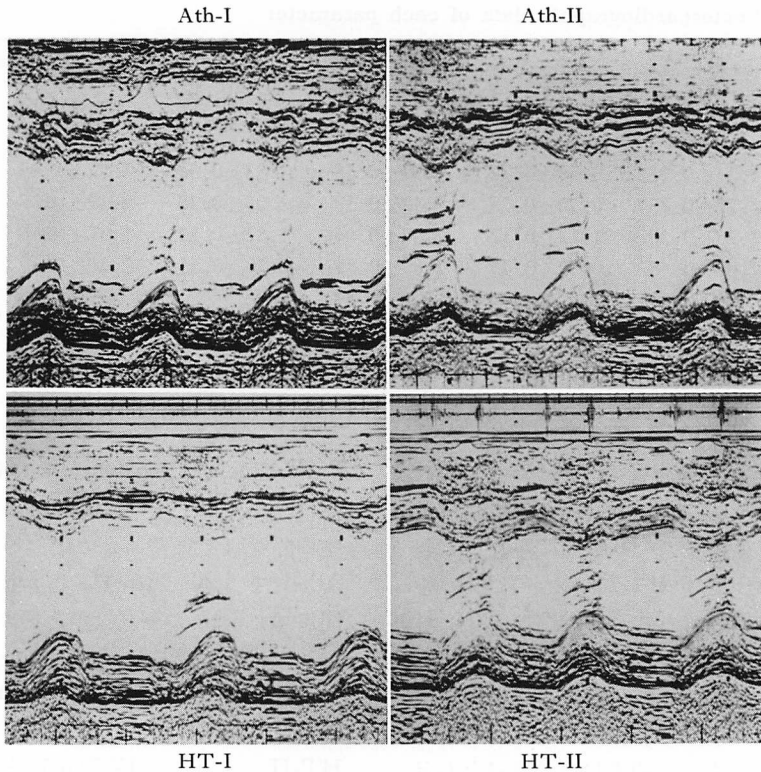
3. 左室心筋重量 (LV mass)

Devereux の式、

$$LV\ mass = 1.04 \{ (LVDd + IVSTd + PWTd)^3 - LVDd^3 \} - 14$$

より求めた各型の左室心筋重量は、Ath 群では Ath-I が 260.6±77.6 g であるのに対し、Ath-II は 297.1±74.3 g と増加傾向にあった (Table 3)。HT 群では HT-I が 185.6±40.0 g であるのに対し、HT-II は、267.6±100.7 g と有意に (p<0.05) 増加していた (Table 3, Fig. 5)。また、Ath-I は HT-I に比べ有意な (p<0.02) 増加を示した (Fig. 5)。

4. Spatial max. QRS magnitude と LV mass との相関関係 (Fig. 6)



**Fig. 3. Typical M-mode echocardiograms in athlete and patient with hypertension.**

IVSTd is significantly ( $p < 0.001$ ) greater than PWTd in Ath-I, while there is no significant difference between IVSTd and PWTd in HT-I. Both IVSTd and PWTd increase symmetrically either in Ath-II and HT-II compared to Ath-I and HT-I.

IVSTd & PWTd = end-diastolic thickness of the interventricular septum and the posterior wall of the left ventricle.

**Table 3. Echocardiographic data of each parameter in Ath-I, II and HT-I, II**

	LVDd (mm)	IVSTd (mm)	PWTd (mm)	LVWT (mm)	LV mass (g)
Ath-I	54.8±3.5	10.7±2.0*	8.9±1.7*	19.6±3.5	260.6±77.6
Ath-II	55.5±4.4	10.6±1.7**	10.7±2.0**	21.3±3.2	297.1±74.3
HT-I	44.1±4.8	9.6±1.3**	10.5±1.6**	20.0±2.6	185.6±40.0
HT-II	48.5±5.3	11.3±2.5**	11.4±2.2**	22.7±4.5	267.6±100.7

LVDd=left ventricular internal diameter (end-diastole); IVSTd=interventricular septal thickness (end-diastole); PWTd=left ventricular posterior wall thickness (end-diastole); LVWT=left ventricular wall thickness (end-diastole); LV mass=left ventricular mass.

IVSTd vs PWTd: \*  $p < 0.001$ , \*\* N.S. Data expressed as mean±SEM.

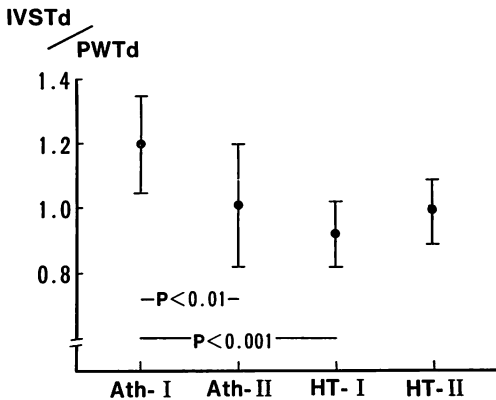


Fig. 4. Comparison of ratios of the thickness of the interventricular septum to left ventricular posterior wall (IVSTd/PWTd) among four types.

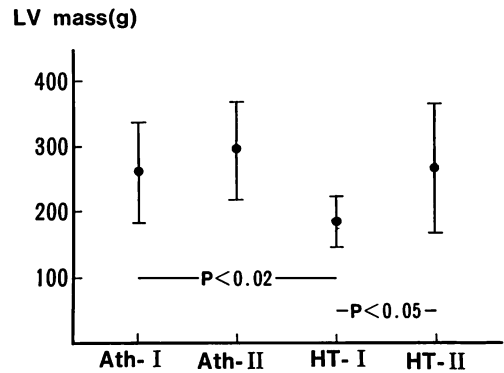


Fig. 5. Comparison of mean values of left ventricular mass (LV mass) among four types.

Ath 群は I 型, II 型ともそれぞれ  $r = -0.34$ ,  $r = -0.01$  と相関はなかった. HT 群では, HT-I は  $r = 0.26$  と相関はなかったが, HT-II については  $r = 0.75$  ( $p < 0.01$ ) と有意な相関を認めた.

### 考 案

#### 1. HT 群におけるベクトル心電図と心エコー図の関係

Cabrera ら<sup>11,12)</sup>は, 高血圧症や大動脈弁狭窄症のような左室の収縮期負荷と, 大動脈弁閉鎖不全, 動脈管開存のような左室の拡張期負荷とに大別し, ベクトル心電図所見の違いを報告している. このうち, 左室の収縮期負荷では, 右前方に向う Q 環である初期ベクトルが小さいかまたは消失しており, QRS 環が左前方あるいは左方に向かってから大きく後方に偏位し, 終末 QRS 環の右方へ向う成分が消失していると述べている.

我々の成績では, HT-I の水平面 QRS 環の初期ベクトルは少し前方に向かってから左方へ, そして大きく左後方へベクトルは偏位し, 50 msec 時付近で後方成分が最大となる. これに対し, HT-II では 10 msec 時と 60 msec 時のベクトルの方向と大きさは HT-I と差はなかった. しかし, 20 msec 時で前方成分が, 50 msec 時で後

方成分がともに減少し, 40 msec 時では大きく左方向へ偏位, max. QRS ベクトルは 2.14 mV と増大していた. これは心エコー図からの所見 (Table 3) で, HT-I で心室中隔, 左室後壁とも壁厚は正常であるが, HT-II では心室中隔, 左室後壁とも HT-I に比べ肥厚しており, 自由壁にまで壁肥厚が及んでいるため, 中隔の起電力が十分に出現しないうちに左室自由壁に強くベクトルが引っぱられた結果によるものと考えられた.

#### 2. Ath 群におけるベクトル心電図と心エコー図の関係

Ath 群では水平面初期 QRS ベクトル 10 msec 時の平均の大きさは, Ath-I, Ath-II と HT 群に比べ有意に ( $p < 0.001$ ) 増大しており, 高血圧症における初期ベクトルの減少または消失はなかった. 15 msec 時においても, 左方へ直接向かっておらず, 左室の収縮期負荷を直接うかがえる所見は認めなかった (Table 1, Fig. 2). 心エコー図からは, Ath-I で後壁に比べ心室中隔壁が有意に ( $p < 0.001$ ) 厚く(このうち,  $IVSTd/PWTd > 1.3$  は 12 例中 4 例であった), Ath-II では Ath-I と  $IVSTd$  は変わらないが,  $PWTd$  が厚くなっている. このことより, Ath 群の初期ベクトル

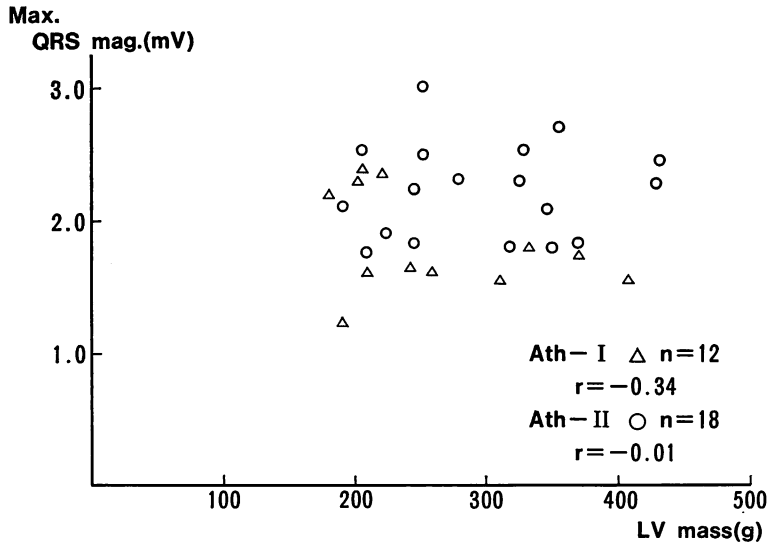


Fig. 6. (a) Relationship between maximum QRS magnitude and left ventricular (LV) mass in the athlete's heart.

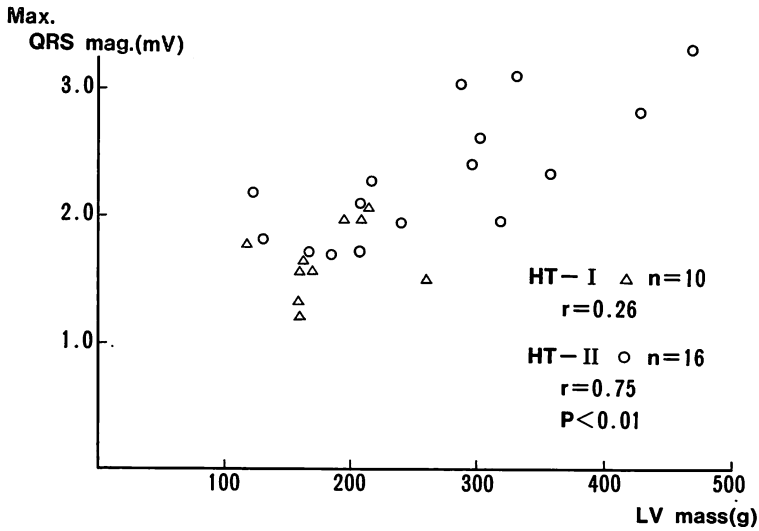


Fig. 6. (b) Relationship between maximum QRS magnitude and LV mass in the hypertensive heart.

A significant correlation is shown between maximum QRS magnitude and LV mass only in HT-II.



の増大は心室中隔成分によるものと考えられた。また、左心室の興奮伝播時間より Ath-II での 40, 50 msec 時の左後方への張り出しは、後壁へ肥厚が及んだものと考えられた (Fig. 2, Table 3)。

### 3. HT 群と Ath 群との心肥厚様式の比較

I 型では、高血圧群は心室中隔壁、左室後壁とも肥厚しておらず、有意差がなかった。これに対し、Athlete 群は初期 QRS ベクトルの右前方への増大が、有意に心室中隔壁厚の増大に反映されていると考えられた。

II 型では、両群とも I 型での特徴ある初期 QRS ベクトルは比較的保たれていたが、max. QRS ベクトルは増大し差はなかった。また、壁厚も symmetrical に両群とも増大していた。

### 4. Spatial max. QRS magnitude と LV mass との関係

Uhley ら<sup>13)</sup>は、単一の心筋線維の活動電位は正常心筋と肥大心筋の間には差はなく、心筋線維の増加が magnitude を増大させると報告している。しかし、Massie ら<sup>14)</sup>は、左室肥大による QRS magnitude の増大として、心筋肥大により心筋線維の横断面積が増加し、このため内部抵抗が減少し current flow が増加すると述べている。また、Bennett ら<sup>15)</sup>は心エコー図との対比から左室心筋重量 (LV mass) と QRS voltage との間に相関があったと述べている。戸嶋ら<sup>16)</sup>は求心性心肥大群で spatial max. QRS magnitude と LV mass との間に有意な相関があると報告している。

我々も求心性心肥大傾向のある HT-II において、max. QRS magnitude と LVmass との間に  $r=0.75$  と良い相関が得られた。しかしながら、柔道選手は胸壁厚の増加、右室負荷の関与の可能性などが max. QRS magnitude に影響を及ぼしたため、相関に乏しいものと考えられた。

### 5. 心肥厚様式の機序について

一般に血圧は主として分時心拍出量と末梢血管抵抗による影響が大きく、Windkessel 系の容積弾性、循環血液量などにも関与してくるといわれている。

Welzer & Böger<sup>17)</sup> は高血圧症を循環力学的特徴より、1) 心送血量型、2) 末梢抵抗型、3) 容積弾性率型、4) 1)~3) の混合型に分類している。高血圧症の初期、動揺型では心拍出量の増加が認められるが、後期、固定型になると全末梢抵抗は増大し、心拍出量は正常範囲となってくる<sup>18,19)</sup>。

このように後負荷の増大により左室の compliance の低下と心筋肥大を伴ってきて、ベクトル心電図にも QRS magnitude の増大として示され、HT-II の pattern を呈してくるものと考えられる。また、一般に中壮年になるに従い、末梢抵抗の高い例が多くなるといわれている<sup>20)</sup>。我々の症例でも年齢が 40~60 歳台が大半を占め、HT-II は末梢抵抗型のタイプの高血圧症が中心と思われた。

Athlete 群の症例は年齢 19~23 歳の柔道選手 (柔道歴が 5~14 年間) であるが、一般に反復負荷運動では全身の酸素消費が高まり、心拍出量がより多く必要となってくる。柔道は主として、isometric の運動負荷であるとされるが<sup>21,22)</sup>、isotonic の面もあり、高血圧の負荷様式とは少し異なっている可能性がある。

この isometric exercise overloading に対し、当初は左室拡張末期容量を増大させるが、ただちに autoregulation により心収縮力増大を来して対応するようになる<sup>22)</sup>。しかし、高血圧症でみられる末梢抵抗の増大は、Athlete 群では運動時にはむしろ減少しており、年齢的にも若年者であることにより低いものと思われる。

このように血行力学的に、おもに Athlete 群では反復運動負荷による心収縮力増加が、Hypertension 群では全末梢抵抗増加 (後負荷増加) が心肥大に少なからず影響し、今回のデータにみられるごとく、ベクトル心電図上左室肥大 pattern を来していない I 型において、Athlete 群 (柔道選手) では QRS 初期ベクトルを示す心室中隔壁が後壁に比べて肥厚し、一方、Hypertension-I では肥厚はほとんどみられず、両壁厚の間に有意差は認められなかった。しかし、II 型では両群と

も全周に肥厚が及んできているものと考えられた。

### 要 約

スポーツ心(柔道選手—Ath 群)と高血圧患者(HT 群)の心肥厚様式の差異を求めるため、ベクトル心電図および心エコー図を用いて比較検討した。

両群とも、Upshaw のベクトル心電図左室肥大基準を用い、水平面 QRS 環の pattern よりおのおの、I 型: QRS 環が左方で比較的前後方向に張り出していて、Upshaw の基準をみたさないもの、II 型: QRS 環が左方で最大ベクトルが左方向に張り出し、Upshaw の基準をみたすものとに大別し、Ath-I 12 名、Ath-II 18 名、HT-I 10 名、HT-II 16 名の 4 型に分けた。

Ath-I では水平面 QRS 初期ベクトルの右前方への増大が特徴的であり、心エコー図上、心室中隔壁と左室後壁との比 (IVSTd/PWTd) は 1.20 と有意に ( $p < 0.001$ ) 心室中隔のほうが厚かった。

しかし、HT-I では、水平面上において、初期ベクトルの大きさの減少と後方ベクトル成分の増大があったが、中隔壁、後壁とも壁厚の増加および両壁間に有意差はなかった。

これらの結果より、Ath-I の QRS 初期ベクトルの増大は心室中隔の壁厚に反映されているものと思われた。

II 型では、両群とも I 型に比べ symmetric に壁厚の増大と、左室心筋重量の増大があった。

また、spatial maximum QRS magnitude と左室心筋重量との間には、HT-II のみに  $r = 0.75$  ( $p < 0.01$ ) の有意な相関があった。

以上より、スポーツ心と高血圧心とでは、その心肥厚様式に、心エコー図およびベクトル心電図上、形態的差異を認めた。

### 文 献

- 1) Ganse WV, Versee L, Eylenbosch W, Vuylsteek K: The electrocardiogram of athletes comparison with untrained subjects. *Br Heart J* 32: 160, 1970
- 2) Smith WG, Cullen KJ, Thorburn IO: Electrocardiograms of marathon runners in 1962 Commonwealth Games. *Br Heart J* 26: 469, 1964
- 3) Venerando A, Rulli V: Frequency morphology and meaning of the electrocardiographic anomalies found in Olympic marathon runners and walkers. *J Sports Med & Phys Fitness* 4: 135, 1964
- 4) Zeppilli P, Pirrami MM, Sassara M, Venerando A: Frank vector-cardiogram in athletes of different sport activities. *J Sports Med & Phys Fitness* 19: 371, 1979
- 5) Arstila M, Koivikko A: Electrocardiographic and vectorcardiographic signs of left and right ventricular hypertrophy in endurance athletes. *J Sports Med & Phys Fitness* 4: 166, 1964
- 6) Parker BM, Londeree BR, Cupp GV, Dubiel JP: The noninvasive cardiac evaluation of long-distance runners. *Chest* 73: 376, 1978
- 7) Bekaert I, Pannier JL, Van De Weghe C, Van Durme JP, Clement DL, Pannier R: Non-invasive evaluation of cardiac function in professional cyclists. *Br Heart J* 45: 213, 1981
- 8) Morganroth J, Maron BJ, Henry WL, Epstein SE: Comparative left ventricular dimensions in trained athletes. *Ann Int Med* 82: 521, 1975
- 9) Upshaw CB Jr: Simplified clinically applicable vectorcardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy (Frank system). *Am Heart J* 74: 749, 1967
- 10) Devereux RB, Reichek N: Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. *Circulation* 55: 613, 1977
- 11) Cabrera CE, Monroy JR: Systolic and diastolic loading of the heart II. Electrocardiographic data. *Am Heart J* 43: 669, 1952
- 12) Cabrera CE, Gaxiola A: Diagnostic contribution of the vectorcardiogram in hemodynamic overloading of the heart. *Am Heart J* 60: 296, 1960
- 13) Uhley HN: Studies of the transmembrane actionpotential-electrogram, electrocardiogram and vectorcardiogram of rats with left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol* 7: 211, 1961
- 14) Massie E, Walsh TJ: Clinical Vectorcardiography and Electrocardiography. Year Book Medical Publishers, Chicago, 1960
- 15) Bennett DH, Evans DW: Correlation of left ventricular mass determined by echocardiography with vectorcardiographic and electrocardiographic voltage measurements. *Br Heart J* 36: 981, 1974
- 16) 戸嶋裕徳, 吉岡春紀: 左室肥大. *臨床と研究* 55: 3067, 1968

- 17) Welzer K, Böger A: Die Dynamik des arteriellen System. Der arteriellen Blutdruck und seine Komponenten. *Ergeb Physiol* **41**: 292, 1939
- 18) Bello CT, Sevy RW, Harakal C, Hillyer PN: Relationship between clinical severity of disease and hemodynamic patterns in essential hypertension. *Am J Med Sci* **252**: 194, 1967
- 19) Cohn JN, Limas CJ, Guiha NH: Hypertension and the heart. *Arch Int Med* **133**: 969, 1974
- 20) 稲垣義明, 斎藤俊弘: 高血圧症における血行力学的異常—臨床的立場からの考察—. *日本臨床* **37**: 3375, 1979
- 21) Sugishita Y, Koseki S, Shintomi Y, Asai K, Yamaguchi T: Clinical studies on the cardiac hypertrophy and dilatation, with special reference to the classification of athletes' heart mainly by the use of ultrasonic cardiogram. *Jpn J Med* **17**: 292, 1978
- 22) 藤井諄一, 渡辺 漑, 渡辺 坦, 久保木正夫, 加藤和三: 健常例における等尺運動負荷時の心反応の検討. *日超医講演論文集* **27**: 237, 1975