

スポーツ選手にみられる心電図 T 波異常の非観血的評価

Noninvasive assessment of T-wave abnormalities in trained athletes

西村 敏弘	Toshihiro NISHIMURA
山田 良久*	Yoshihisa YAMADA*
神原 啓文**	Hirofumi KAMBARA**
陳 正雄**	Cheng-Hsiung CHEN**
川下 憲二**	Kenji KAWASHITA**
吉田 章**	Akira YOSHIDA**
三羽 邦久**	Kunihisa MIWA**
河合 忠一**	Chuichi KAWAI**
門田 和紀***	Kazunori KADOTA***

Summary

Noninvasive assessment of T-wave abnormalities on the precordial electrocardiograms in 6 professional bicyclists, aged 44 to 47 years, were performed. Twenty-five bicyclists, all the same age and without T-wave abnormalities served as the control subjects.

Deep T-wave inversion, widely in the right to left precordial ECG, and increased voltage of $SV_1 + RV_5$ were demonstrated in all 6 subjects. These abnormalities of T-wave inversion became more pronounced with age, except in one case, determined from a 5-year follow-up study. Vectorcardiographically, enlargement of anterior QRS loop and discordant T loop were found in all cases. Echocardiographically, thickness of both the interventricular septum and the left ventricular posterior wall, and the left ventricular mass were significantly increased compared with the control group. ^{201}Tl stress myocardial scintigraphy showed no regional perfusion defects of the tracer in either case.

In conclusion, T-wave abnormalities of the precordial electrocardiograms in 6 middle-aged athletes were progressive in nature, and these electrocardiographic abnormalities seemed to be related to left ventricular hypertrophy induced by steady and strenuous training for a long period rather than coronary artery disease.

Key words

Athlete's heart T-wave abnormality Vectorcardiography Echocardiography Myocardial scintigraphy

島田市民病院 循環器科
島田市野田 1200-5 (〒427)
*京都循環器病予防会
**京都大学医学部 第三内科
***武田病院

The Division of Cardiology, Shimada City Hospital,
Noda 1200-5, Shimada, Shizuoka 427
*The Kyoto Medical Association for Prevention of
Cardiovascular Disease
**The Third Division, Department of Internal Medi-
cine, Faculty of Medicine, Kyoto University
***Takeda Hospital.

Presented at the 19th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Kyoto, October 20-21, 1979
Received for publication January 28, 1980

はじめに

運動選手には心電図上しばしば房室ブロック, 両室肥大, 再分極異常などの器質的心疾患を疑わせる所見が見られる¹⁻⁷⁾. T波異常に関しては幾多の議論があるが⁸⁻¹⁰⁾, その成因, 病態に関してはまだ不明瞭な点が多い. 我々は競輪選手において, 若年者よりも中年者のほうが心肥大が著明で, T波異常の頻度の高いことを報告した¹¹⁾. 今回, これらの中年者に見られるT波異常に関して非観血的に検討した.

対象と方法

対象は心電図胸部誘導で広範囲に陰性T波を示した44~47歳までの競輪選手6名(男性)である. 対照群として陰性T波を示さない同年代の競輪選手25名を選んだ. 競技歴は6名が 26 ± 1 年(M \pm SD), 対照群が 26 ± 2 年である. すべての競技者は明瞭な心疾患はなく, 高血圧症も認められなかった.

全例に12誘導心電図をとり, 左室肥大の voltage criteria として $SV_1 + RV_5$ を計測した¹²⁾. T波異常は胸部誘導で右側のみならず, 左側にも明瞭な陰性T波を認めたものとした. また, 1974年から1979年の5年間の心電図の経過を検討した.

ベクトル心電図はT波異常を示した6名のみに行われ, 前面図と水平面図からQRSベクトルとTベクトルの方向と大きさ, およびQRS環の前方と後方の最大ベクトルの大きさを求めた.

心エコー図の装置はAloka製SSD 90で2.25 MHz, 直径1 cmの探触子を使用し連続記録を行った. 心エコー図は全例に行われ, 通常の方法で左室を記録し^{13,14)}, 左室内径(LVDd)と心室中隔と左室後壁の厚さ(IVST/LVPWT)を測定した¹⁵⁾. 左室容量(LV volume)はGibson¹⁶⁾の式より, 左室心筋重量(LV mass)はBennettとEvans¹⁷⁾の式を修正して求めた.

T波異常を示す6名に²⁰¹Tlによる運動負荷心

筋シンチグラフィーを施行した. 心筋シンチグラフィーの装置は日立製ガンマカメラを使用し, 負荷心筋シンチグラフィーはergometerによるmaximum exercise中に2 mCiの²⁰¹Tlを静注し, 10分後に臥位で前後方向, 第1斜位30°, 45°, 60°および左側面の5方向で撮影した. 負荷検査の前後に血圧を測り, 心電図(modified chest leads)でモニターし記録した.

統計学的検定はStudentのunpaired t testを用い, $p < 0.05$ を有意とした.

結 果

6名の心電図のまとめをTable 1に示した. Fig. 1は症例1の心電図で, 上段は5年前, 下段は5年後の心電図の経過を示した. 5年前に V_2 から V_4 にかけてR-ST部分の上昇が見られ, V_3 から V_6 に陰性T波が見られた. 5年後に V_3 から V_6 の陰性T波はより深くなっていた. また, V_1 から V_6 にかけST上昇が見られた. Fig. 2は症例2の心電図で, 5年前に V_1 から V_6 にかけて深い陰性T波が見られ, 5年後にはさらに深くなっていた. また, V_4 から V_5 にかけST低下も見られた. Fig. 3は症例6の心電図で, 5年前には胸部誘導でT変化は認められないが, 5年後に V_4 と V_5 に陰性T波が出現していた. Table 1に示したように, 5年間の経過で6名中5名にT波の深さが増し, 1名は不変であった. うち1名は上記に示したように5年前に見られなかったT波異常が5年後に出現した. 左室肥大の指標として $SV_1 + RV_5$ を計算すると, 6名は 51.5 ± 9.6 mmで対照群(39.6 ± 8.1 mm)より有意に増高していた($p < 0.001$).

Fig. 4は上段が症例1, 中段が症例3, 下段が症例6のベクトル心電図である. 3例ともQRS環の最大ベクトルおよび前方成分の増大が見られた. T環は上段と中段では右後方に下段は左後方に向っていた. Table 2は6名のベクトル心電図のまとめである. QRS環は全例に前方成分の増大が見られ, 6名のうち5名が前方および左方に

Table 1. Electrocardiographic data of 6 athletes

Case No.	Age (yr)	Athletic History (yr)	BSA (m ²)	B P (mmHg)	HR (beats/m)	SV ₁ +RV ₅ (mm)	T-wave at rest (precordial leads)	Deepest T-wave at rest (mm)	T-wave after maximum exercise (Ergometer)	ST-segment (left precordial leads)	5-year follow-up (T-wave)
1	44	24	1.85	136/76	48	66	V ₃ - V ₆	8 (V ₅)	upright	elevation	progressive
2	47	28	1.68	116/80	48	58	V ₁ - V ₆	8 (V ₄)	upright	depression	progressive
3	47	28	1.79	136/82	46	49	V ₁ - V ₆	11 (V ₄)	upright	depression	progressive
4	45	25	1.84	130/80	56	42	V ₁ - V ₆	8 (V ₄)	upright	depression	unchanged
5	45	27	1.74	116/80	43	53	V ₁ - V ₅	4 (V ₄)	upright	normal	progressive
6	46	28	1.78	132/88	53	42	V ₄ - V ₅	2 (V ₅)	upright	normal	progressive

BSA=body surface area; BP=blood pressure; HR=heart rate.

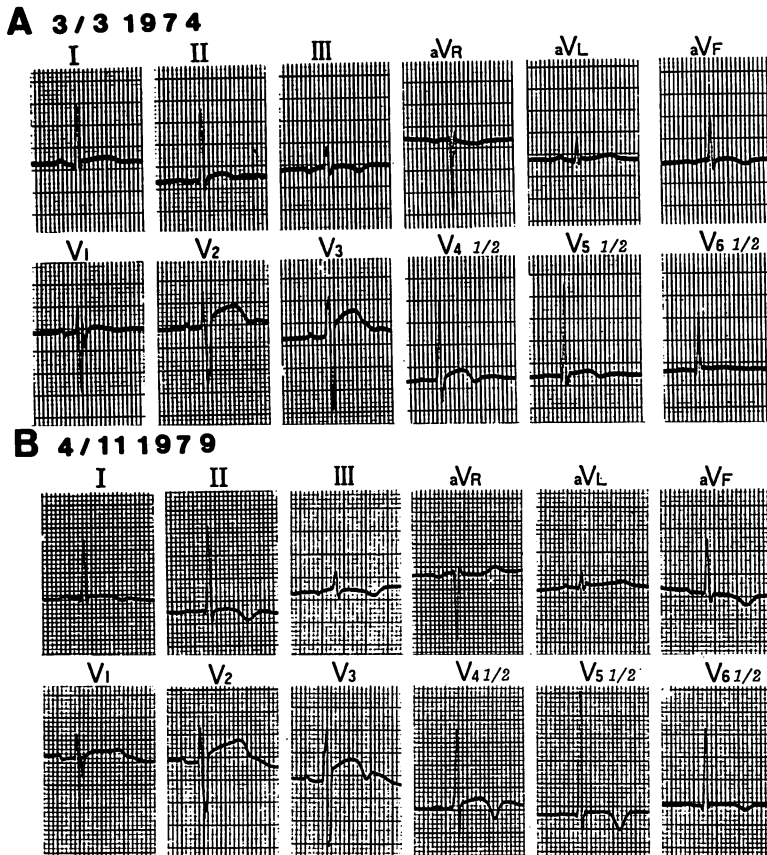


Fig. 1. Electrocardiogram from Case 1.

A) Electrocardiogram recorded 5 years ago. R-ST elevation prominently in V₂₋₄ and T-wave inversion in V₃₋₆ are observed. Increased voltage of SV₁+RV₅ is also found.

B) Electrocardiogram at the present time. Note progressive T-wave inversion in V₃₋₆ compared with upper panel. ST elevation in V₁ through V₆ is found.

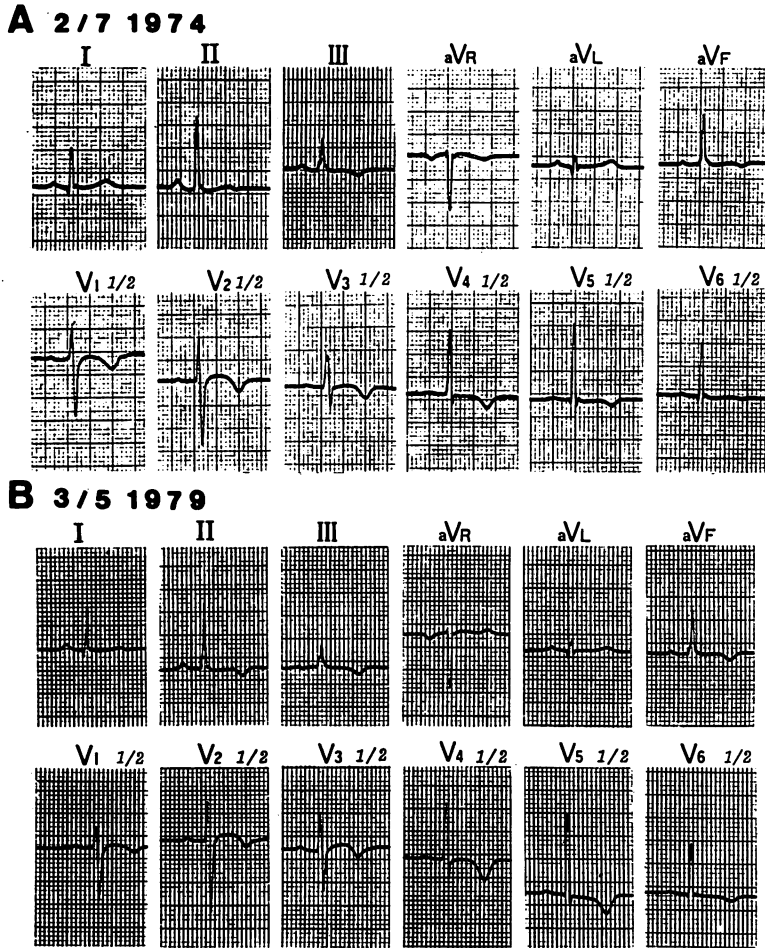


Fig. 2. Electrocardiogram from Case 2.

A) Electrocardiogram recorded 5 years ago. T-wave inversion in V_{1-6} is observed.

B) Electrocardiogram at the present time. Note progressive T-wave inversion in V_{4-6} and ST depression in V_{4-6} compared with upper panel.

偏位していた。最大 T 環は 6 名のうち 4 名が右後方に、2 名が左後方に向っていた。

症例 1 の左室エコーグラムを Fig. 5 に、6 名および対照群の左室エコーグラムの計測値を Table 3 に示した。6 名の左室内径 (LVDd) は 51.6 ± 2.8 mm で、対照群 (54.2 ± 2.8 mm) よりも軽度減少していた ($p < 0.05$)。同様に左室容量 (LV volume) も対照群のほうが軽度増加していた ($p < 0.05$)。6 名の心室中隔および左室後壁の厚さはそ

れぞれ 13.0 ± 1.5 mm, 12.2 ± 1.3 mm と肥厚が見られ、対照群 (10.7 ± 1.2 mm と 9.8 ± 1.1 mm) に比し有意に増加していた ($p < 0.001$)。同様に左室心筋重量 (LV mass) も 6 名は対照群よりも有意に増加していた ($p < 0.005$)。

Fig. 6 は症例 1 の ^{201}Tl 負荷心筋シンチグラフィ、および同時に記録した負荷心電図である。負荷心筋シンチグラフィでは心筋の Tl 摂取は良好で欠損はなく、負荷心電図では安静時に見ら

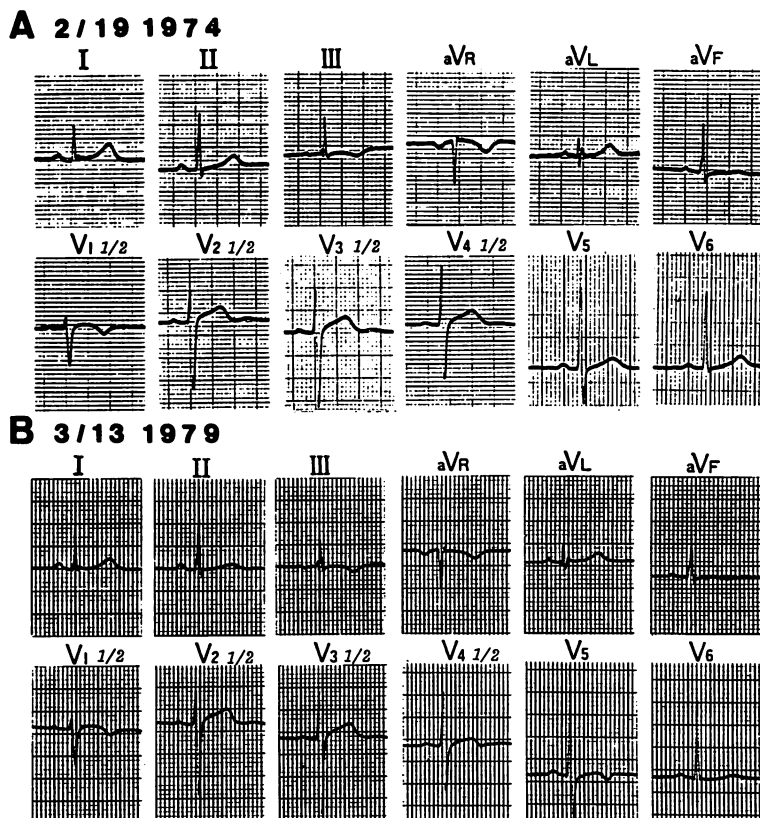


Fig. 3. Electrocardiogram from Case 6.

- A) Electrocardiogram recorded 5 years ago. No abnormal T-wave inversion in precordial leads is seen.
- B) Electrocardiogram at the present time. Note the appearance of T-wave inversion in V₄₋₅.

れた陰性 T 波は運動負荷後正常化していた。今回の6名の競輪選手すべてに負荷心筋シンチグラフィで心筋の Tl 摂取は良好で、欠損は認められなかった。また、運動負荷心電図でも安静時に見られた陰性 T 波は、負荷中または直後に陽性化し、4~6分で陰性に戻った。

考 察

スポーツ選手に見られる心電図 T 波異常に関しては、幾多の議論がある。Likoff ら⁸⁾は心筋梗塞に似た心電図を示す1人のプロスポーツ選手に関して検討したが、冠動脈造影検査では閉塞性病変が認められず、この心電図異常が何に由来するか

原因は不明であった。Hanne-Paparo ら¹⁰⁾は異常 T 波を示す7人の top-ranking の若い競技者について検討し、これらは vagotonia と関連があり、良性のものとした。一方、Venerando と Rulli⁹⁾は1960年のローマオリンピックに参加した69名のマラソンランナーと、38名の競歩者の心電図を検討し、これらに再分極異常が高頻度に認められ(12%)、ある例では病的な状態を表し、虚血性変化を示しているようだ指摘した。同様に Dembo¹⁸⁾も top-ranking の競技者に見られる陰性 T 波は心筋の器質的変化を表わし、必ずしも良性なものとは思われないとしている。以上の報告はおもに比較的若い競技者に関する議論である。今回の我々

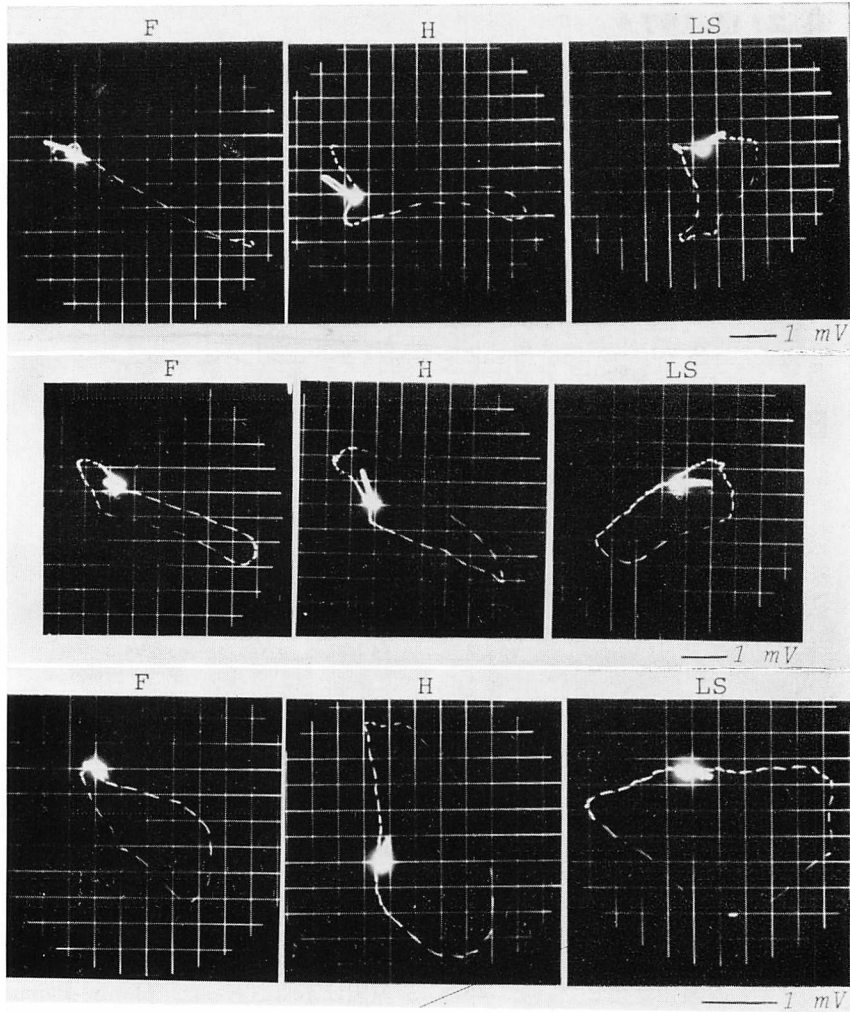


Fig. 4. Vectorcardiograms from Case 1 (upper), Case 2 (middle) and Case 6 (lower).

Three cases show increased magnitude of QRS vector and large anterior force of QRS loop in the horizontal plane. T loop is located in right posterior quadrant in Case 1 and 2, and left posterior quadrant in Case 6.

の研究は T 波異常を示し, 20 年以上の競技歴を持つ競輪選手を非観血的に広範囲に検討したものである. 6 名の 40 歳代の競輪選手の心電図は, 右側胸部誘導から左側胸部誘導にかけて種々の程度の陰性 T 波を示した. これらの陰性 T 波は右側胸部誘導にのみ陰性 T 波を示すいわゆる “juvenile T” とは異なるものである¹⁹⁻²²). また, 6 名の心電図は対照群に比し左側高電位差が著明に見

られ, ST 変化を示したものもあった. 中年から高齢者にかけての運動選手の研究で, Grimby と Saltin²³) は運動中の ST 低下がかなり認められ (24%), しかも年齢とともに増加する傾向にあると指摘している. 先に我々は, 40 歳代の競輪選手に, 若年者よりも心電図変化が高頻度に生じやすいことを報告した¹¹). 今回の我々の T 波異常を示す 40 歳代の競輪選手には ST 低下が安静時に

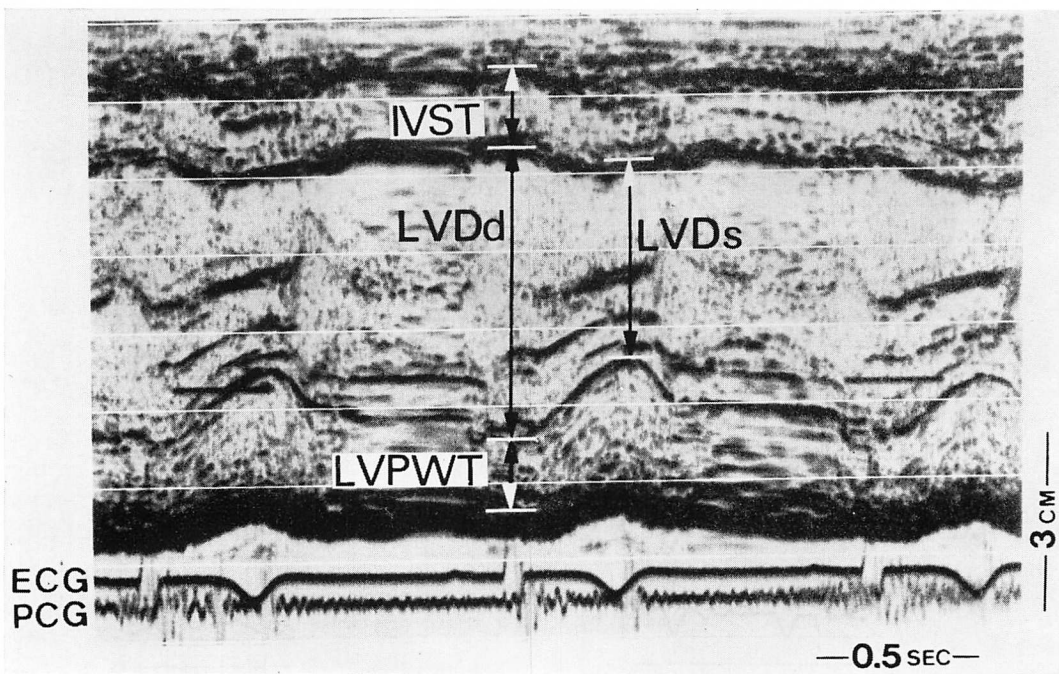


Fig. 5. Echocardiogram from Case 1.

Normal left ventricular end-diastolic dimension (49 mm), and an increase in thickness in both the interventricular septum (14 mm) and the left ventricular posterior wall (12 mm).

Table 2. Vectorcardiographic data of 6 athletes

Case No.	Frontal Plane-QRS		Horizontal Plane-QRS		Anterior Force (mv)	Posterior Force (mv)	Horizontal Plane-T	
	Mag (mv)	Ag (°)	Mag (mv)	Ag (°)			Mag (mv)	Ag (°)
1	4.16	27	3.68	7	0.64	1.06	0.77	-150
2	2.49	32	2.20	13	1.41	1.56	0.39	-98
3	3.36	27	3.30	30	1.62	1.17	0.70	-109
4	2.45	16	2.28	6	1.04	0.73	0.55	-134
5	2.92	33	2.39	2	0.69	1.14	0.38	-53
6	2.11	53	1.83	-79	1.25	1.80	0.35	-61

Mag=magnitude; Ag=angle; °=degree.

6名のうち3名が見られたが、運動負荷により変化は見られなかった。5年間の心電図の経過を見ると、6名のうち5名に陰性 T 波がさらに深くなっているのが認められ、1名は変化が認められなかった。これらのうち1名は5年前には陰性 T 波は認められず、5年後に出現している。他の5名は5年前にも陰性 T 波はすでに認められ、出現時期は不明であった。スポーツ選手の陰性 T

Table 3. Echocardiographic data of 6 athletes and control group

Case No.	LVDd (mm)	IVST (mm)	LVPWT (mm)	IVST/LVPWT	LV volume (ml)	LV mass (g)
1	49	14	12	1.2	135	257
2	51	13	14	1.1	148	257
3	48	14	13	1.0	128	277
4	55	13	12	1.0	179	295
5	53	10	10	1.0	163	203
6	54	14	12	1.2	171	288
M ± SD	51.6 ± 2.8	13.0 ± 1.5	12.1 ± 1.3	1.1 ± 0.1	154 ± 20	262 ± 33
Control (n=25)						
M ± SD	54.5 ± 2.8	10.7 ± 1.2	9.8 ± 1.1	1.1 ± 0.1	176 ± 23	216 ± 32
P value	< 0.05	< 0.001	< 0.001	NS	< 0.05	< 0.005

LVDd=left ventricular end-diastolic dimension; IVST=interventricular septum thickness; LVPWT=left ventricular posterior wall thickness; LV volume = left ventricular volume; LV mass =left ventricular mass; M±SD=mean value ± standard deviation; NS=not significant.

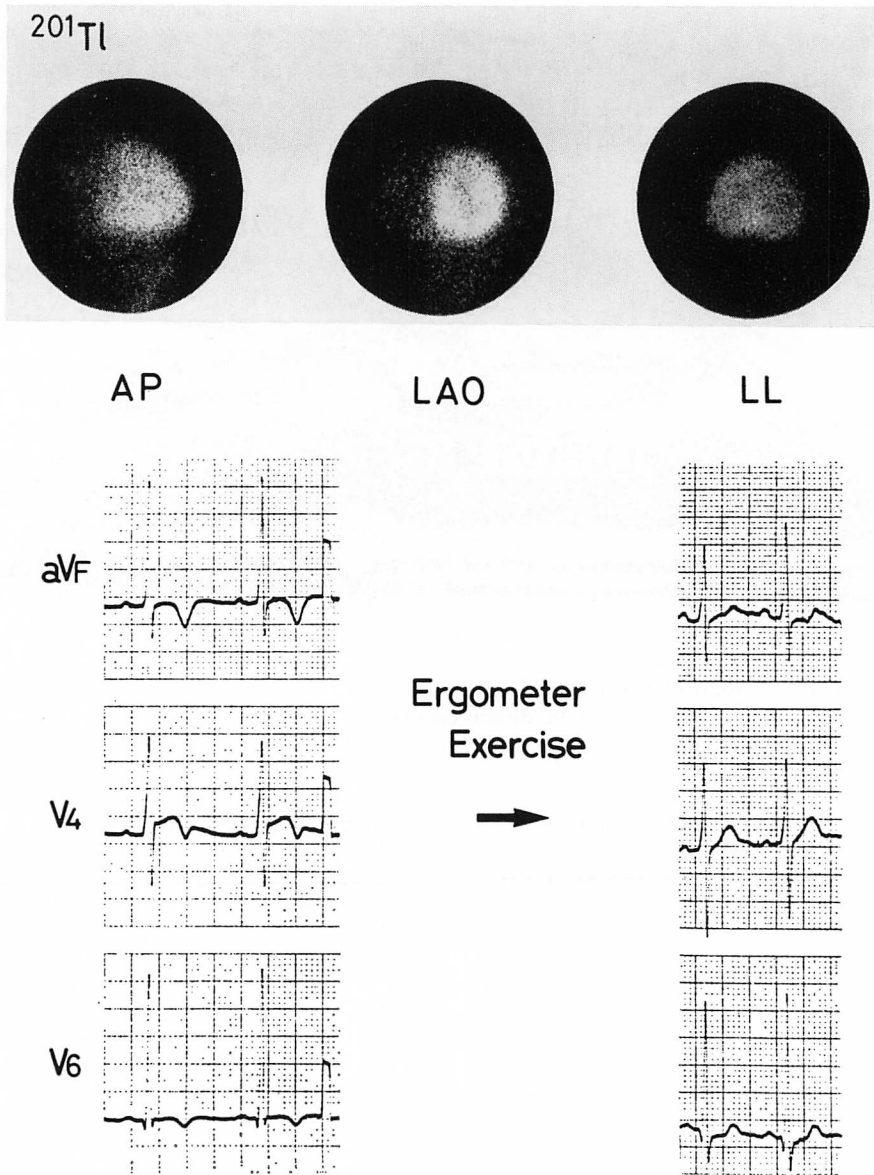


Fig. 6. Stress ^{201}Tl myocardial scintigram and stress electrocardiogram from Case 1.

Normal tracer uptake of ^{201}Tl throughout the myocardium and no perfusion defect are seen. After exercise, normalization of T-wave inversion observed prior to exercise is found.

波について以上のように長期間観察された報告はまだ見られない。

ベクトル心電図では全例に前方成分の増大が見られ、6名のうち5名は左方にも偏位していた。

最大 T ベクトルは6名のうち4名が右後方に、2名が後方に向っていた。これらのベクトル心電図の所見は、大動脈弁膜症や高血圧症の症例や²⁴⁻²⁶⁾、今まで報告されたスポーツ選手の所見^{2,27)}とは異

なっており、肥大型非閉塞性心筋症に見られる所見と類似している^{28,29)}。

最近、心エコー図は心肥大を非観血的に評価するのに非常に有用であると認められているが^{30,31)}、我々の6名の検査では、心室中隔と左室後壁の肥厚が見られ、左室心筋重量も対照群よりも有意に増大していた。しかし、肥大型心筋症の診断基準³²⁾となる非対称性の心室中隔の肥厚は、これらの6名には認められなかった。我々のベクトル心電図における所見と、心エコー図の所見に相違が認められるが、それには心尖部肥大が関与しているかもしれない^{33,34)}。心尖部肥大は左室造影により良く判定しうるもので、我々の症例では心尖部における詳細な所見は不明であった。

負荷心筋シンチグラフィは冠動脈疾患を検索するのに有用な手段である^{35,36)}。我々の T 波異常を示す例では、Tl 摂取は良好で一様であり、欠損は認められなかった。Tl 負荷心筋シンチグラフィと同時に記録した心電図では、安静時に見られた陰性 T 波は負荷後に全例陽性化した。この陰性 T 波の運動後の陽性化は運動選手によく見られる現象である¹⁰⁾。他方、虚血性心疾患で陰性 T 波が前もって存在する症例に狭心症発作時に陽性化する例があることも報告されている³⁷⁾。Maseri ら³⁸⁾は異型狭心症で胸痛と同時に T 波の陽性化と心筋シンチで広範囲な貫通性の欠損を認めた症例を報告している。しかし、Aravindakshan ら³⁹⁾は運動負荷による陰性 T 波の正常化は虚血性心疾患の有無なく見られる現象で、陰性 T 波の動態は虚血性変化の有無を判定する補助にならないとしている。

我々の症例における運動時の陰性 T 波の陽性化の原因は良くわからない。肥大心において、相対的な心筋虚血の存在を決定することは難しい問題である^{40,41)}。今回の研究では、心筋シンチグラフィの所見から冠動脈疾患はほぼ否定しうる。我々の症例では、運動中の交感神経の興奮が陰性 T 波の陽性化の原因に関与している可能性は考慮する必要がある³⁹⁾。今後、さらに詳しい研究が

必要である。

以上より、我々は次のように結論した。

1) 40 歳台の競輪選手に見られる胸部誘導陰性 T 波は、5 年間の経過から見て年齢とともに深くなっていく性質を有しており、2) これらの T 変化は冠動脈疾患よりもむしろ長期間の運動訓練による左室肥大と関連していると思われる。

謝 辞

本研究にご協力いただいた中川ときえ氏、京都循環器病予防会、結核予防会京都支部および日本競輪選手会京都支部の皆様方に深謝します。

文 献

- 1) Becker GL, Winsor T: Cardiovascular adaptations to prolonged physical effort. *Circulation* **9**: 835, 1954
- 2) Beswick FW, Jordan RC: Cardiological observations at the Sixth British Empire and Commonwealth Games. *Brit Heart J* **23**: 113, 1961
- 3) Smith WG, Cullen KJ, Thorburn IO: Electrocardiograms of marathon runners in 1962 Commonwealth Games. *Brit Heart J* **26**: 469, 1964
- 4) Gott PH, Roselle HA, Crampton RS: The athletic heart syndrome. *Arch Intern Med* **122**: 340, 1968
- 5) Nakamoto K: Electrocardiograms of 25 marathon runners before and after 100 meter dash. *Jpn Circulat J* **33**: 105, 1969
- 6) Ganse W V, Eylensbosch VW, Vuylsteek K: The electrocardiogram of athletes: Comparison with untrained subjects. *Brit Heart J* **32**: 160, 1970
- 7) Lichtman J, O'Rourke RA, Klein A, Karliner JS: Electrocardiogram of the athlete. *Arch Intern Med* **132**: 76, 1973
- 8) Likoff W, Segal B, Dreifus L: Myocardial infarction patterns in young subjects with normal coronary arteriograms. *Circulation* **26**: 373, 1962
- 9) 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
- 10) Hanne-Paparo N, Wendkos MH, Brunner D: T wave abnormalities in the electrocardiograms of top-ranking athletes without demonstrable organic heart disease. *Am Heart J* **81**: 743, 1971
- 11) 西村敏弘, 広瀬邦彦, 浜島博哉, 岡崎仁志, 陳 正

- 雄, 高橋正明, 小坂田元太, 河合忠一, 琴浦 肇, 山田良久: スポーツ選手の心肥大と心機能. *J Cardiography* **9**: 321, 1979
- 12) Sokolow M, Lyon TP: The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Amer Heart J* **37**: 161, 1949
 - 13) Feigenbaum H: *Echocardiography*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1972
 - 14) Popp RL, Wolfe SB, Hirata T, Feigenbaum H: Estimation of right and left ventricular size by ultrasound. *Amer J Cardiol* **24**: 523, 1969
 - 15) Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A: Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: Results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* **58**: 1072, 1978
 - 16) Gibson DG: Estimation of left ventricular size by echocardiography. *Brit Heart J* **36**: 981, 1973
 - 17) Bennett DH, Evans DW: Correlation of left ventricular mass determined by echocardiography with vectorcardiographic and electrocardiographic voltage measurements. *Brit Heart J* **36**: 981, 1974
 - 18) Dembo AG: *Chronic heart strain in sportsmen*. Heart and Sport, Moscow: 427, 1968
 - 19) Littman CD: Persistence of the juvenile pattern in the precordial leads of healthy adult negroes, with report of electrocardiographic survey on three hundred negro and two hundred white subjects. *Amer Heart J* **32**: 370, 1946
 - 20) Grusin H: Peculiarities of the African's electrocardiogram and the changes observed in serial studies. *Circulation* **9**: 860, 1954
 - 21) Wasserburger RH: Observation on the "juvenile pattern" of adult negro males. *Amer J Med* **18**: 428, 1955
 - 22) Kambara H, Phillips J: Long-term evaluation of early repolarization syndrome (Normal variant RS-T segment elevation). *Amer J Cardiol* **38**: 157, 1976
 - 23) Grimby G, Saltin B: Physiological analysis of physically well-trained middle-aged and old athletes. *Acta Med Scand* **179**: 513, 1966
 - 24) Wallace AG, McCall BW, Estes EH: The vectorcardiogram in left ventricular hypertrophy. A study using the Frank lead system. *Amer Heart J* **63**: 466, 1962
 - 25) Upshaw CB: Simplified clinically applicable vectorcardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy (Frank lead system). *Amer Heart J* **74**: 749, 1967
 - 26) Abbott-Smith CW, Chou TC: Vectorcardiographic criteria for the diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Amer Heart J* **79**: 361, 1970
 - 27) Arstila M, Koivikko A: Electrocardiographic signs of left and right ventricular hypertrophy in endurance athletes. *J Sports Med Phys Fitness* **4**: 166, 1964
 - 28) Chen CH, Kawai C: Anterior QRS loop in hypertrophic cardiomyopathy. *J Electrocardiol* **11**: 129, 1978
 - 29) Chen CH, Nobuyoshi M, Kawai C: ECG pattern of left ventricular hypertrophy in nonobstructive hypertrophic cardiomyopathy. *Amer Heart J* **97**: 687, 1979
 - 30) Pombo JF, Troy BL, Russel RO Jr: Left ventricular wall thickness and mass by echocardiography. *Circulation* **45**: 602, 1972
 - 31) Troy BL, Pombo J, Rackley CE: Measurement of left ventricular wall thickness and mass by echocardiography. *Circulation* **45**: 602, 1972
 - 32) Henry WL, Clark CE, Epstein SE: Asymmetric septal hypertrophy: Echocardiographic identification of the pathognomonic anatomic abnormality of IHSS. *Circulation* **47**: 225, 1973
 - 33) Minamitani K, Miyagawa M, Kondo M, Kitamura K: The electrocardiogram of professional cyclists. *International Conference on Sports Cardiology* Apr. 11-14, 1978, Roma, Italy
 - 34) Yamaguchi H, Ishimura T, Nishiyama S, Nagasaki F, Nakanishi S, Takatsu F, Nishijo T, Umeda T, Machii K: Hypertrophic nonobstructive cardiomyopathy with giant negative T wave (apical hypertrophy): Ventriculographic and echocardiographic features in 30 patients. *Amer J Cardiol* **44**: 401, 1979
 - 35) Strauss HW, Harrison K, Langan JK, Lebowitz E, Pitt B: Thallium-201 for myocardial imaging: Relation to thallium-201 to regional myocardial perfusion. *Circulation* **51**: 641, 1975
 - 36) Bailey IK, Griffith LSC, Rouleau J, Strauss HW: Thallium-201 myocardial perfusion imaging at rest and during exercise: Comparative sensitivity to electrocardiography in coronary artery disease. *Circulation* **55**: 79, 1976
 - 37) Noble J, Rothbaum DA, Knoebel SB, McHenry PL, Anderson GJ: Normalization of abnormal T waves in ischemia. *Arch Intern Med* **136**: 391, 1976
 - 38) Maseri A, Severi S, Nes MD, L'Abbate A, Chierchia S, Marzilli M, Ballestra AM, Parodi O, Baigini A, Distante A: "Variant" angina: One aspect of a continuous spectrum of vasospastic myocardial ischemia. *Amer J Cardiol* **42**:

- 1019, 1978
- 39) Aravindakshan V, Surawicz B, Allen RD: Electrocardiographic exercise test in patients with abnormal T waves at rest. *Amer Heart J* **93**: 706, 1977
- 40) Marcus ML, Mueller TM, Gasho JA, Kerber RE: Effects of cardiac hypertrophy secondary to hypertension on the coronary circulation. *Amer J Cardiol* **44**: 1023, 1979
- 41) Bache RJ, Vrobel TR: Effects of exercise on blood flow in the hypertrophied heart. *Amer J Cardiol* **44**: 1029, 1979