

# わが国アマチュアスポーツ一流選手の 心機能と運動能力の関連

東京大学 川原 貴

スポーツ選手の心臓はX線写真で心陰影の拡大がみられ、いわゆるスポーツ心臓として知られている。近年、心エコー法の発達により、肥大と拡張の区別、心筋機能の評価などの、心臓に関するより詳細な情報が非観血的に得られるようになった。スポーツ心臓についても種々の報告がみられるようになり<sup>1,2)</sup>、スポーツ心臓の成因をめぐって、種目特性あるいはトレーニングの影響などにも興味もたれている。一流選手の測定値は、これらの特性をよく反映していると考えられるが、今回、わが国アマチュアスポーツ一流選手を対象として、心エコー図、胸部X線撮影による心陰影像および最大酸素摂取量を測定する機会を得たので、種目別の心形態の特徴および、それらと有酸素的作業能との関係につき検討した。

## 1. 対象と方法

対象は、11種のアマチュアスポーツの日本代表選手男子91名。

(i) 心陰影は、立位による背腹位ならびに左側面位の胸部X線撮影を心電図R波に同期して行い、Moritzの方法により、心臓容積を算出した<sup>3)</sup>。

(ii) 心エコー図はMモード法により、安静臥位での左室拡張終期径(LVDd)、心室中隔厚(IVST)、左室後壁厚(PWT)を測定し、以下の式により、左室容積(LVEDV)、左室心筋重量(LVmass)を算出した。

$$LVEDV = (LVDd)^3$$

$$LVmass = \{(IVST + LVDd + PWT)^3 - (LVDd)^3\} \times 1.05$$

心エコー図は、明りょうな記録の得られた9種目65名につき検討した。

(iii) 最大酸素摂取量は、トレッドミル負荷漸増法によって実施した42名につき検討した。

## 2. 結果と考察

### (i) 心臓容積(HV)

図1は、X線写真の心陰影像から求めた心臓容積(HV)を種目ごとに比較したものである。

絶対値では、レスリングの重量クラス、柔道の重量クラスが著明に高く、逆に陸上の短距離、カヌー、ウエイトリフティング、ボクシングなどが低い値を示している。その他の種目では700~800ccにあり、著しい差はない。

体重当りの量で比較すると、陸上の長距離、レスリングの軽量クラス、自転車のロードの順に高値を示し、陸上の短距離、ウエイトリフティング、カヌーなどが低値を示した。

絶対値では大きい値を示したレスリング、柔道の重量クラスは、体重当りの量では小さい部類に属する。

### (ii) 心エコー図

図2は、左室拡張終期径(LVDd)を種目ごとに比較したものである。

レスリング、柔道の重量クラスは記録不明りよ

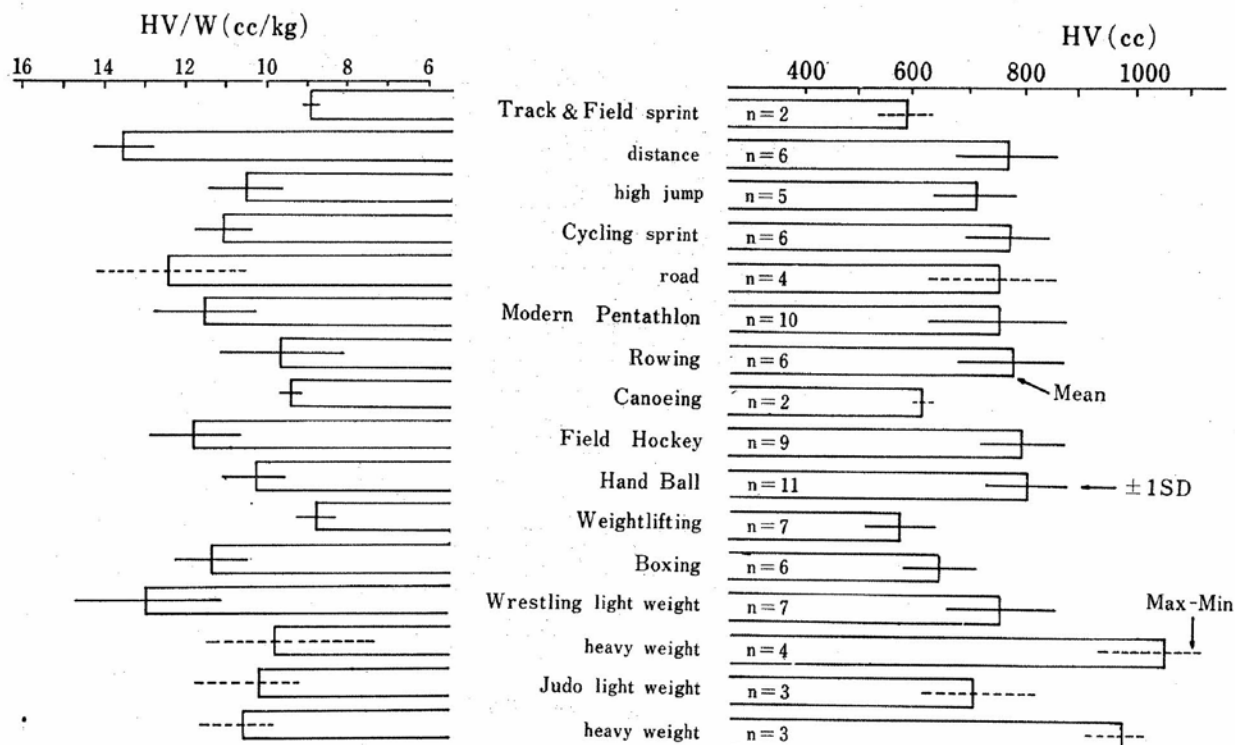


図1 X線写真による心臓容積 (HV)

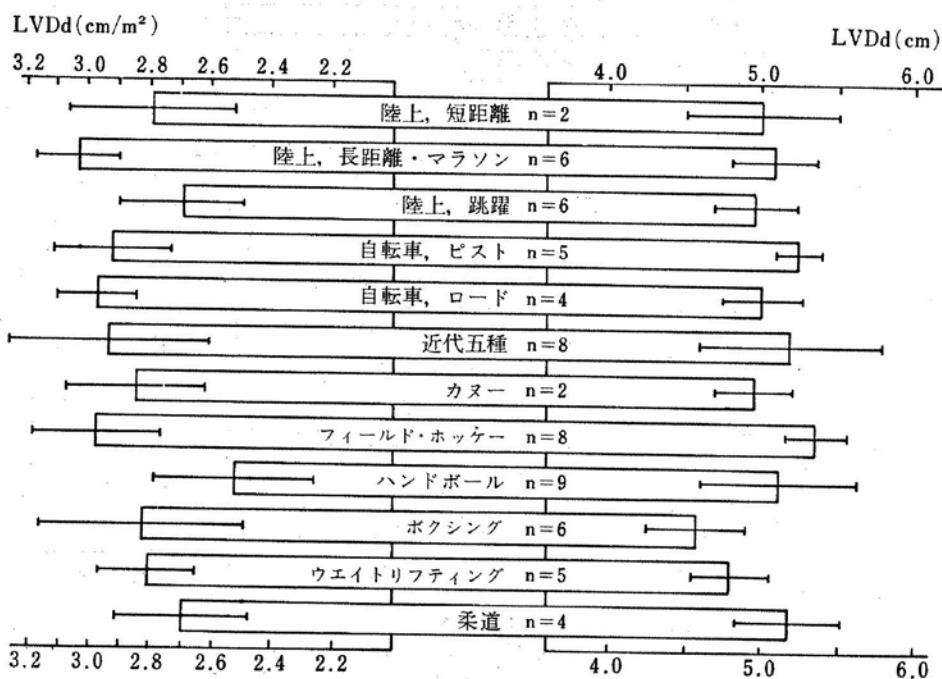


図2 左室拡張終期径 (LVDd)

うなものも多く、除いてある。

絶対値では、ボクシング、ウエイトリフティングが特に低い値を示しているが、その他の種目では 50mm 前後で、著明な差はない。

体表面積当りの量で比較すると、陸上の長距

離、フィールドホッケー、自転車のロードなどが比較的高値を示したのに対し、ハンドボール、陸上の跳躍、柔道などが低値を示している。

図3は、左室後壁厚 (PWT) を比較したものである。

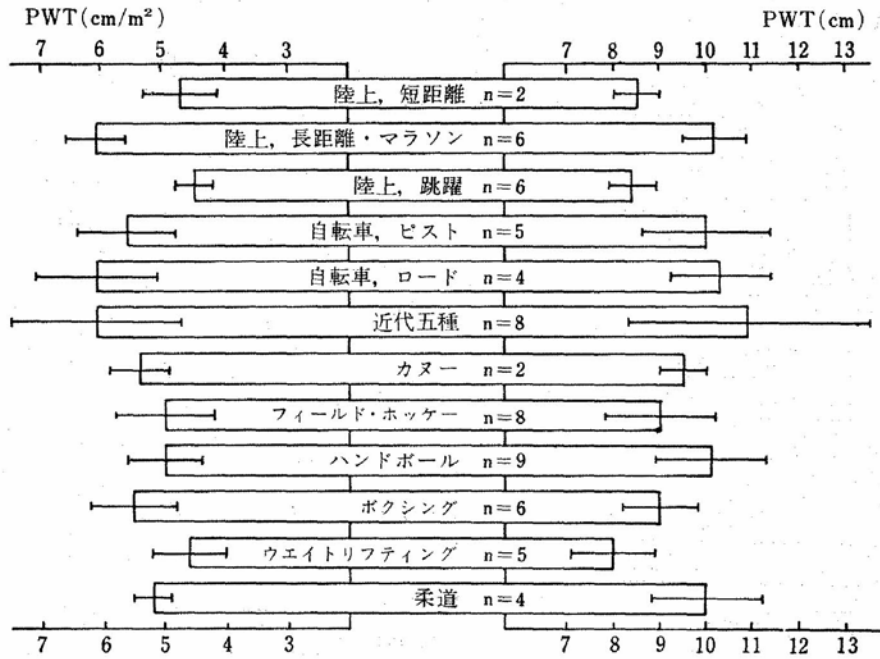


図3 左室後壁厚 (PWT)

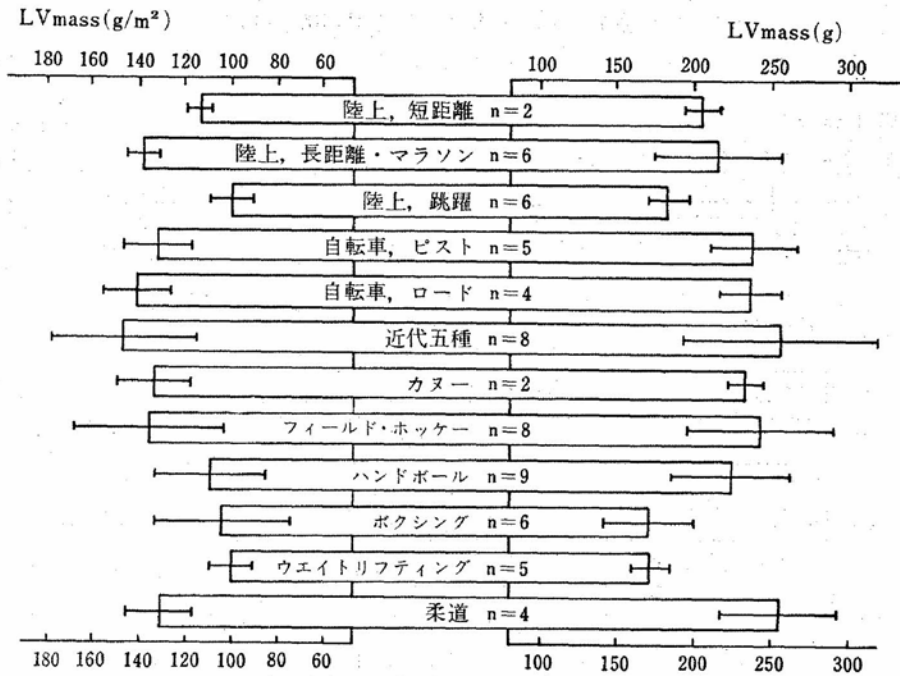


図4 左室心筋重量 (LVmass)

絶対値では、近代五種、自転車のロード、陸上の長距離、ハンドボールなどが比較的高く、10mm以上の平均値を示している。一方、ウェイトリフティング、陸上の短距離、跳躍が低値を示している。

体表面積当りの量も、絶対値とはほぼ同様の傾向にある。

LV mass は、図4に示すとおり、絶対値では柔道、近代五種、フィールドホッケーなどが高値を示し、ボクシング、ウェイトリフティング、陸上の跳躍などが低値を示した。

体表面積当りの量では、近代五種、自転車のロード、陸上の長距離の順に高値を示した。逆に、陸上の跳躍、ボクシング、ウェイトリフティン

グ、ハンドボールなどが特に低い値を示している。

以上の結果、陸上の長距離、自転車のロード、近代五種などの有酸素的運動が主体となる競技種目で、体表面積当りの PWT, LVDd, LV mass などが相対的に高い値を示す。

これに対し、ウェイトリフティング、陸上の短距離などの種目では、LVDd, PWT, LV mass などがいずれも相対的に低い傾向にあったが、これらの競技の主体となる運動様式は、無酸素的あるいは間欠的運動である。

(iii) 有酸素的作業能と心形態 (図 5)

最大酸素摂取量と HV, LVEDV (左室拡張終期容量), LV mass, PWT との相関を検討した。

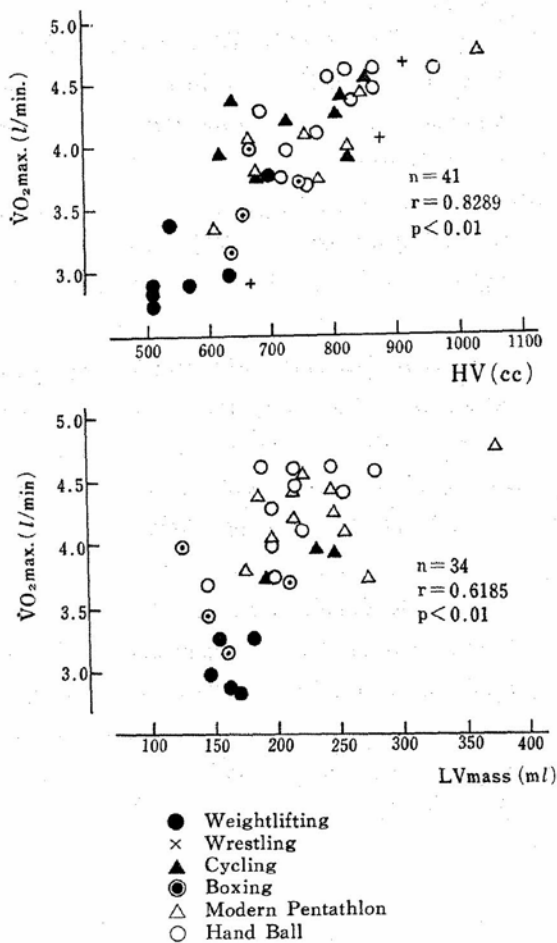


図 5 最大酸素・摂取量と HV, LV mass との相関

最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ) と HV は、 $r=0.829(P<0.01)$  で、有意な相関関係が認められ

た。また、心エコー図の計測値でも、 $\dot{V}O_2 \text{ max}$  と LV mass ( $r=0.619, P<0.01$ ), LVEDV ( $r=0.405, P<0.05$ ), PWT ( $r=0.541, P<0.01$ ) との間有意の相関関係が認められた。X線撮影から求めた心臓容積と  $\dot{V}O_2 \text{ max}$  との間に高い相関関係がみられることは、Astrand<sup>4)</sup> らをはじめとして多くの報告で認められている。今回、心エコー図から求めた LV mass, LVEDV, PWT との間にも相関関係が認められた。すなわち、有酸素的作業能に優れた者ほど心臓は拡大しており、それには心肥大ならびに心拡張の両者が関与していると考えられる。

(iv) スポーツ心臓の種目特性

近年、心エコー図からみたスポーツ心臓の特徴について、種々の報告がみられるようになった。

Morganroth<sup>5)</sup> らは、大学運動部員を対象に、isotonic な競技種目としてランニングと水泳、isometric な競技種目としてレスリングの選手、およびコントロールとして一般学生の三者を対比して検討している。

それによると、運動部員の左室心筋重量が一般学生に比し重くなっているが、isotonic 種目では、心筋重量の増加が左室腔の拡張に依存し、isometric 種目では、左室壁厚の増加に依存していた。すなわち、isotonic 種目では心臓の拡大は主に内腔の拡張によるものであり、isometric 種目では拡張を伴ない心筋肥大によるもので、杉下<sup>6)</sup> らも、疾走群 (isotonic) と柔道群 (isometric) で同様の結果を報告している。

一方、Longhurst<sup>7)</sup>, Zeppill<sup>8)</sup> の報告では、isometric 種目 (ウェイトリフティング、投てき) の左室心筋重量はそれほど大きな値は示さないという。

本研究結果では、有酸素的な種目において、X線写真から HV が大きく心拡大が認められ、心エコー図からは、左室壁厚の肥大、左室腔の拡張

がみられ、左室心筋重量の増加がみられた。また、有酸素作業能と HV, LV mass, LVDD, LVPWT とは有意の相関関係が認められたところから、有酸素的トレーニングを長期間継続することによる適応効果の一つとして、心臓は心筋の肥大および心室の拡張の両者を伴う心拡大が生ずるものと考えられた。

他方、いわゆる isometric な運動が主体となるウェイトリフティングでは、心室腔、心室壁厚ともに低い値であり、Morganroth らの指摘するような心肥大傾向は認められなかった。isotonic な運動種目でも、無酸素的運動種目である陸上の短距離、跳躍などでは、有酸素的運動種目に比し、相対的に心形態の計測値のほとんどが低い値を示したが、ウェイトリフティングも、これらの種目と極めて類似した心形態を有している。また、柔道についても、絶対値で見ると高い値を示しても、体表面積当りでは決して大きくなく、杉下らの指摘する傾向は認められなかった。

以上の成績からみると、一般にスポーツ心臓と言われる心拡大は、有酸素的運動が主体となるトレーニングを長期間継続することによってもたらされるものであり、isometric な運動を含む無酸素的運動によるトレーニングが主体となる競技では、心形態への著しい効果はないものと判断される。なお、本測定対象者は、わが国の一流選手ではあるが、種目によっては例数が少なかったり、個人差が大きいものもあり、さらに例数を加えて検討する必要があると思われた。

## ま と め

スポーツ選手の心形態は、有酸素的作業能を比較的良好に反映しているものと考えられた。また、有酸素的作業能に優れた持久的種目の選手では、大きな心臓を有し、この心拡大には、左室内腔の拡張と左室壁の肥大の両者が関与していると考えられた。

## 文 献

- 1) Raskoff, W.J., S. Goldman, K. Cohn ; The 《athletic heart》. Prevalence and physiological significance of left ventricular enlargement in distance runners, *JAMA*, **236** (2), 158—162 (1976)
- 2) Gilbert, C.A., Nutter, D.O., Felner, J.M., Perkins, J.V., Heymsfield, S.G., Schlant, R.C. ; Echocardiographic Study of cardiac dimensions and function in the endurance-trained athlete, *Am. J. Cardiol.*, **40**, 528—533 (1977)
- 3) 黒田善雄, 加賀谷熙彦, 塚越克巳, 雨宮輝也, 太田裕造, 成沢三雄 ; 心電図R棘同調装置によるX線心臓影に関する研究, 昭和44年度日本体育協会スポーツ科学研究報告No. VII
- 4) Morganroth, J., B.J. Maron, W.L. Henry, S.E. Epstein ; Comparative left ventricular dimensions in trained athletes, *Ann. Intern. Med.*, **82**, 521—424 (1975)
- 5) Astrand, P.O., Cuddy, T.E., Saltin, B., Sten-berg, J. ; Cardiac output during submaximal and maximal work. *J. Appl. Physiol.*, **19**, 268—274 (1964)
- 6) 杉下靖郎, 小関 迪, 松田光雄, 山口 徹, 田村 勤, 伊藤 巖, 浅井克晏 ; スポーツ心臓の臨床—心エコー図所見を中心に, 日本医事新報, No. 2891, 3—10 (1979)
- 7) Longhurst, J.C., A.R. Kelly, W.J. Gonyea, J.H. Mitchell ; Echocardiographic left ventricular masses in distance runners and weight lifters, *J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, **48** (1), 154—162 (1980)
- 8) Zeppilli, P., S. Sandric, F. Cecchetti, A. Spataro, R. Fanelli. ; Echocardiographic assessments of cardiac arrangements in different sports activities. in “Sports Cardiology international conference.” ed. T. Lubich and A. Venerando, Aulo Gaggi Publisher, Bologna, 723—734 (1980)