

心エコー図法による非鍛練者とスポーツ 競技者の左心室形態と機能特性

LEFT VENTRICULAR DIMENSION AND FUNC- TION IN UNTRAINED MALES AND COLLE- GIATE ATHLETES DETERMINED BY ECHO- CARDIOGRAPHY

角 田 直 也*

Naoya TSUNODA

Abstract

Left ventricular dimension and function in 12 untrained males and 94 collegiate athletes including 21 distance runners, 10 swimmers, 16 ruggers, 45 wrestlers were studied at supine position with echocardiographic method.

Left ventricular end-diastolic volume (LVVd) and mass (LVMd) were significantly larger in the four collegiate athletic groups than untrained males.

The absolute septal (ST) and posterior wall (PWTd) thicknesses tended to be greater in the four collegiate athletic groups although the values were observed not statistically greater than in the untrained males. Normalizing end-diastolic posterior wall thickness by body surface area (PWTd/BSA) was significantly larger in the distance runners group than untrained males and all other athletic groups.

Ejection fraction (EF) and mean velocity of circumferential shortening (mVcf) for distance runners and swimmers groups were significantly smaller than untrained males group.

Thus, these data suggested that training for endurance training, such as distance running, results in an increase in the size of the heart consists of dilatation in the left ventricular cavity and hypertrophy in the left ventricular posterior wall.

* 国士館大学体育学部附属体育研究所
Institute of Health, Physical Education and Sports Science
School of Physical Education
Kokushikan University

はじめに

スポーツ競技者の心臓形態は一般人に比べて大きいことが胸部X線写真の心陰影などにより従来から知られている²⁾¹¹⁾。

また、近年では非観血的かつ非侵襲的に心臓の各部位の構造や機能に関する詳細な情報を得ることが出来る超音波心エコー図法の開発により、スポーツ競技者の心臓形態や機能特性に関して、競技種目特性やトレーニング内容の影響等の検討もなされるようになってきた。

Marganroth ら⁹⁾や杉下ら¹⁴⁾¹⁵⁾はランニングや水泳等の四肢の骨格筋を律動的に収縮させる運動が主体となる Isotonic Exercise を含む競技種目では静脈還流の増加が容積負荷となり心内腔拡張が生じて心臓の拡大を引き起こす。レスリングや投てき及び柔道といった骨格筋の等尺性収縮が主体（努責も関与するであろう）となる Isometric Exercise を含む競技種目では血圧の上昇が圧負荷となり内腔拡張を伴わない心筋肥大による心臓拡大が生ずることを報告している。

一方、Longhurst ら⁷⁾によると動的トレーニングを中心に行なった長距離走者の左心室筋重量や容量は非鍛練者より増大している。しかし、静的トレーニングを中心に行なった重量挙げ選手では絶対値の左室心筋重量の増大を示したが、年齢、体

重のほぼ同じ非鍛練者との間には左室心筋重量の著しい差異が認められなかったことを報告している。また、Zeppill ら¹⁸⁾も投てき競技選手の左室重量はそれほど大きくなかったことを報告している。さらに、伊藤⁶⁾は我国の一流競技者について検討したところ、有酸素的トレーニングを長期継続することによる適応効果の一部として心筋肥大と心室拡張の両者を伴う心臓拡大を生ずるが、Isometric 運動を含む無酸素的運動によるトレーニングについては心形態への著しい影響は認められなかったことを報告している。

この様にスポーツ競技者の心臓形態の特徴に関する知見は種々であることから、本研究においては非鍛練者の一般成人と大学生のスポーツ競技者（長距離走者、水泳選手、ラグビー選手、レスリング選手）を対象とし、心エコー図法により左心室形態と機能の特徴を明らかにすると共に、左心室形態と機能に及ぼすスポーツ競技種目特性を検討することにした。

方 法

1) 被検者

本研究の被検者は非鍛練者としてスポーツ競技経験がなく日常規則的な身体トレーニングを行っていないが健康な事務職員と一般学生の成人男子12名とスポーツ競技者として日常激しい身体ト

Table 1 Physical Characteristics of Subjects.

Subject	Age (Years)	B.H (Cm)	B.W (Kg)	B.S.A (m ²)
Untrained (n=12)	24.4 ± 3.9	169.1 ± 4.5	63.5 ± 8.1	1.74 ± 0.12
Distance Runners (n=21)	20.4 ± 1.6	166.6 ± 5.3	55.3 ± 3.2	1.63 ± 0.08
Swimmers (n=10)	20.1 ± 0.9	174.9 ± 5.2	69.7 ± 5.2	1.86 ± 0.09
Ruggers (n=16)	20.4 ± 1.0	173.8 ± 6.5	71.4 ± 8.2	1.87 ± 0.13
Wrestlers (n=45)	21.0 ± 1.7	167.7 ± 6.7	67.6 ± 8.5	1.78 ± 0.14

Mean ± S.D

レーニングを行なっている男子学生の長距離走者21名, 水泳選手10名, ラグビー選手16名及びレスリング選手45名の計104名である。被検者の年齢及び身体的特徴は非鍛練者とスポーツ競技者を種目群別に平均値と標準偏差で表1に示した。

2) 測定方法

心エコー図の測定は超音波カルディオグラフ2 H18A (三栄測器製) を使用し, Mモード法により安静仰臥位で行なった。

左室エコーの記録は周波数2MHz, 焦点距離5~6cmの探触子を第4肋間胸骨左縁と胸骨傍線との間に装置し, 僧帽弁前尖または腱索の一部及び左室中隔と後壁エコーが明瞭に描出できる時点で行なった。

また, 胸部誘導法による心電図(ECG) と心音図(PCG) も心エコー図上に同時記録した。心拍数(HR) は ECG の R-R 間隔から算出した。

図1は非鍛練者と長距離走者の心エコー図記録例と計測部位の模式図を示したものである。左室の拡張末期(Diastole) 及び収縮末期(Systole)

は同時記録した ECG の R 波頂点及び T 波末期とし, その時点における中隔壁厚(IVST); 左室内径(LVID) と後壁厚(PWT) を計測した。駆出時間(ET) は PWT の収縮開始から T 波末期までの時間を求めた。

HR 及び各径は 5 心拍周期を計測してそれぞれ平均値を算出した。

拡張期(d) 及び収縮期(s) の左室容量(L V V)¹²⁾, 左室心筋重量(L V M)³⁾, 駆出量(S V), 左室駆出分面(E F) 及び左室平均短縮速度(mVcf)^{4,8)} は次の推定式により算出した。

$$LVV(ml) = 1.047(LVID)^3$$

$$LVM(g) = 1.04[(LVID + PWT + IVST)^3 - (LVID)^3] - 13.6$$

$$SV(ml) = (LVIDd)^3 - (LVIDs)^3$$

$$EF(\%) = SV / (LVIDd)^3 \times 100$$

$$mVcf(circ./sec) = (LVIDd - LVIDs) / LVIDd \times ET$$

心エコー図法の再現性については各径において4名の被検者で平均±6% (0.1~3mm) 以内であった。

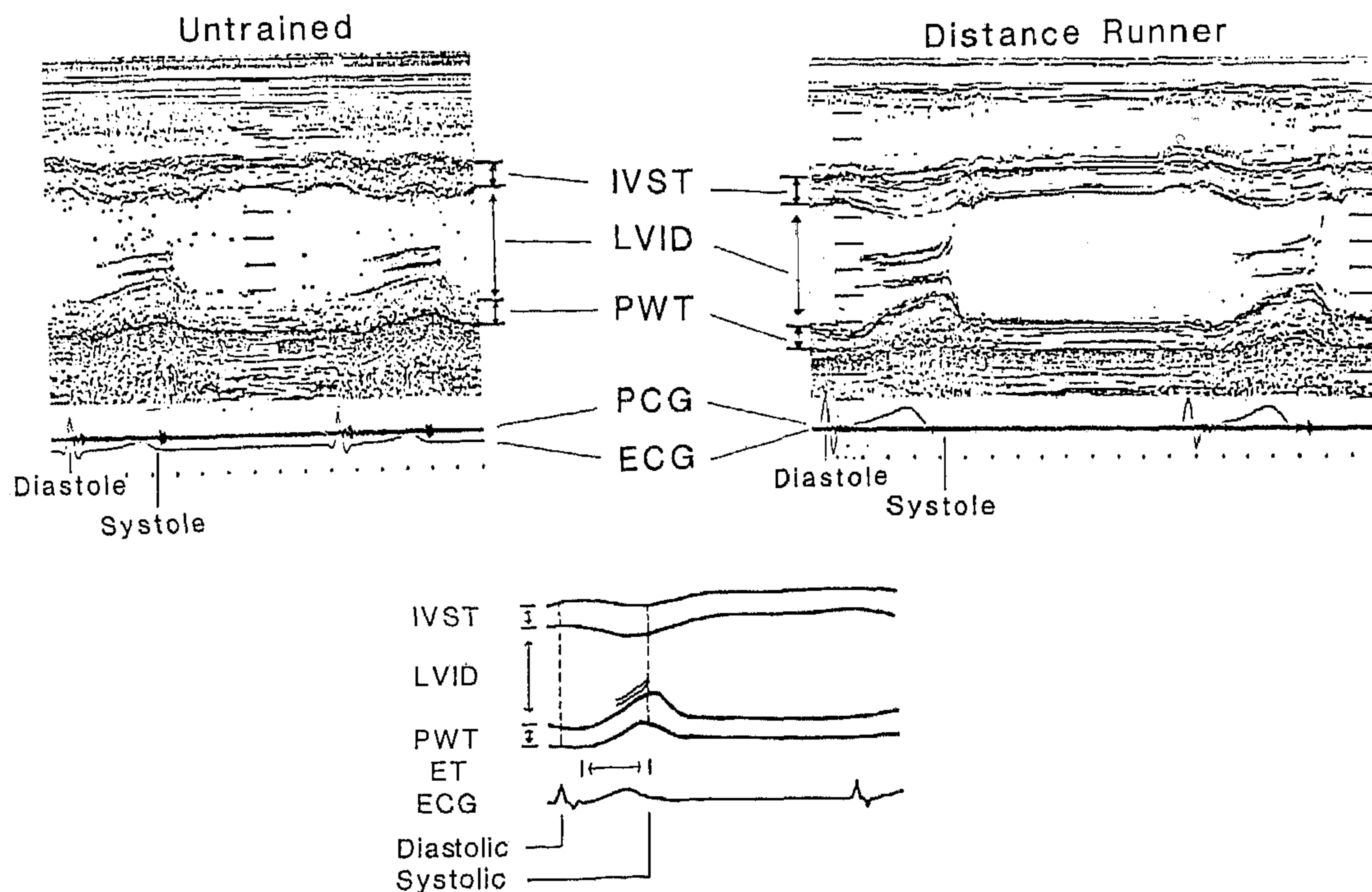


Fig. 1 Echocardiogram of left ventricular in untrained and collegiate athlete (Distance runner). And it's illustration for measurement of left ventricular.

Table 2 Comparison of Cardiac Dimension and Function in Untrained and Collegiate Athletes.

Items	Untrained (n=12)	Distance Runners (n=21)	Swimmers (n=10)	Ruggers (n=16)	Wrestlers (n=45)
ST (mm)	9.6 ± 1.8	10.4 ± 1.6	9.8 ± 1.6	10.5 ± 1.9	10.6 ± 1.7
PWTd (mm)	7.8 ± 1.5	8.5 ± 1.1	7.7 ± 1.5	8.4 ± 1.2	8.3 ± 1.6
PWTs (mm)	13.3 ± 1.2	13.6 ± 1.9	12.8 ± 2.1	13.7 ± 1.4	13.6 ± 1.9
LVIDd (mm)	43.9 ± 3.7	47.9 ± 3.2	51.1 ± 5.3	49.9 ± 5.2	49.1 ± 4.7
LVIDs (mm)	27.6 ± 3.2	32.6 ± 2.9	35.3 ± 4.3	32.3 ± 5.1	32.9 ± 4.7
LVDd (ml)	90.0 ± 22.9	116.7 ± 23.0	143.8 ± 44.1	134.1 ± 39.3	127.8 ± 36.1
LVS (ml)	22.8 ± 8.2	37.0 ± 9.9	48.0 ± 17.4	37.9 ± 16.7	39.8 ± 17.1
LVMd (g)	137.5 ± 28.0	182.3 ± 31.5	182.8 ± 28.2	198.1 ± 47.8	190.9 ± 40.0
LVMs (g)	121.9 ± 21.6	157.5 ± 27.9	165.5 ± 27.3	164.1 ± 39.2	170.4 ± 40.3
SV (ml)	64.2 ± 16.2	76.2 ± 17.5	91.5 ± 27.6	91.9 ± 25.9	84.2 ± 21.2
EF (%)	74.7 ± 5.5	68.1 ± 6.6	66.8 ± 5.0	72.5 ± 7.7	69.9 ± 6.4
mVcf (circ/sec)	1.40 ± 0.25	1.11 ± 0.23	1.10 ± 0.13	1.23 ± 0.23	1.21 ± 0.20
PWV (mm/msec)	39.1 ± 8.8	32.3 ± 6.8	35.1 ± 3.4	39.9 ± 6.0	38.2 ± 5.2
ET (sec)	0.27 ± 0.03	0.29 ± 0.03	0.28 ± 0.02	0.29 ± 0.03	0.28 ± 0.03
HR (beats/min)	66.0 ± 8.0	54.8 ± 7.4	55.3 ± 6.8	58.9 ± 7.0	59.6 ± 9.6

Mean ± S.D

Table 3 Comparative Ventricular Dimensions normalized by Body Surface Area in Untrained and Collegiate Athletes measured by Echocardiography.

Items	Untrained (n=12)	Distance Runners (n=21)	Swimmers (n=10)	Ruggers (n=16)	Wrestlers (n=45)
ST/BSA (mm/m ²)	5.5 ± 1.0	6.4 ± 1.1	5.3 ± 0.8	5.7 ± 1.0	6.0 ± 1.0
PWTd/BSA (mm/m ²)	4.5 ± 0.9	5.2 ± 0.7	4.2 ± 0.8	4.5 ± 0.6	4.7 ± 0.9
PWTs/BSA (mm/m ²)	7.7 ± 0.8	8.4 ± 1.2	6.7 ± 1.4	7.3 ± 0.8	7.7 ± 1.1
LVIDd/BSA (mm/m ²)	25.2 ± 2.2	29.5 ± 2.3	27.5 ± 2.8	26.8 ± 2.8	27.7 ± 2.8
LVIDs/BSA (mm/m ²)	15.8 ± 1.8	20.1 ± 2.1	19.0 ± 2.3	17.3 ± 2.6	18.6 ± 2.7
LVDd/BSA (ml/m ²)	51.6 ± 12.2	71.9 ± 14.4	77.2 ± 23.1	71.6 ± 20.2	71.7 ± 18.8
LVS/BSA (ml/m ²)	13.0 ± 4.3	22.8 ± 6.3	25.8 ± 9.2	20.2 ± 8.5	22.2 ± 9.1
LVMd/BSA (g/m ²)	78.7 ± 13.9	111.9 ± 18.7	98.2 ± 12.8	105.6 ± 22.5	107.1 ± 19.5
LVMs/BSA (g/m ²)	69.8 ± 10.2	96.9 ± 17.0	88.9 ± 12.9	87.7 ± 18.7	95.7 ± 20.6

Mean ± S.D

結 果

表2は非鍛練者とスポーツ競技者の左室形態と機能について表示したものである。

また、表3は左室形態に及ぼす体型的な影響を除去するために体表面積(BSA)当りの値で比較したものである。

表2の非鍛練者とスポーツ競技者の安静時心拍数(HR)についてみると、非鍛練者のHR(66.0 ± 8.0拍/分)はスポーツ競技者(長距離走者54.8 ± 7.4, 水泳55.3 ± 6.8, ラグビー58.9 ± 7.0, レスリング59.6 ± 9.6拍/分)より5~1%水準で有意に高い値であった。

また、長距離走者のHRは他のスポーツ競技者

より低い値を示しレスリング選手との間には5%水準で有意性が認められた。

左室形態についてみると拡張末期中隔壁厚 (ST) は非鍛練者 (9.6mm) に比較してスポーツ競技者 (9.8~10.6mm) の方が大きな値を示す傾向がみられたがそれらの差の有意性は認められなかった。

図2は、左室拡張末期後壁厚 (PWTd) と内径 (LVIDd) について絶対値と体表面積 (BSA) 当りの値で非鍛練者とスポーツ競技者の種目別比較を示したものである。

PWTd も ST と同様に非鍛練者よりスポーツ競技者の方がわずかに大きな値を示す傾向がみられたが有意な差異は認められなかった。BSA 当りの PWTd についてみると長距離走者の値は非

鍛練者や他のスポーツ競技者より顕著に大きな値を示した ($P < 0.01$, $P < 0.05$)。しかし、非鍛練者と水泳, ラグビー, レスリング選手との間には著しい差異はみられなかった。

LVIDd は非鍛練者の $43.9 \pm 3.7\text{mm}$ がスポーツ競技者 (長距離走者 $47.9 \pm 3.2\text{mm}$, 水泳選手 $51.1 \pm 5.3\text{mm}$, ラグビー選手 $49.9 \pm 5.2\text{mm}$ 及びレスリング選手 $49.1 \pm 4.7\text{mm}$) より有意に小さい値であった ($P < 0.01$)。スポーツ競技種目間では水泳選手の値が最も大きく, 長距離走者の値が最小であった。また, BSA 当りの LVIDd についても非鍛練者とスポーツ競技者 (長距離, 水泳, レスリング) との比較において絶対値と同様な傾向を示した。

長距離走者の値は他のスポーツ競技者 (水泳,

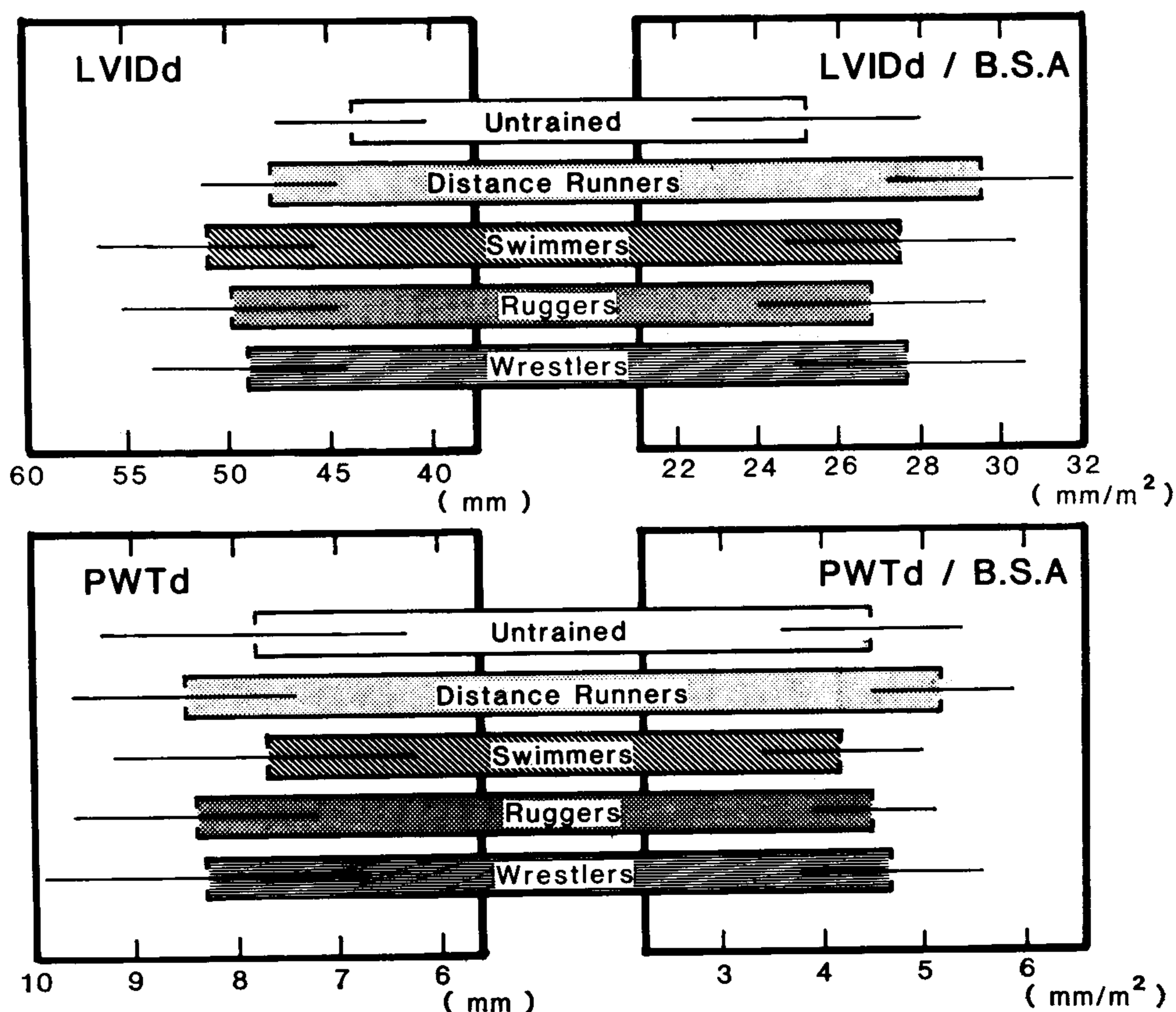


Fig. 2 Left ventricular dimension for end-diastolic diameter (LVIDd) and end-diastolic posterior wall thickness (PWTd) in untrained males and collegiate athletes. Values are expressed in absolute terms (left) and in relation to body surface area (right).

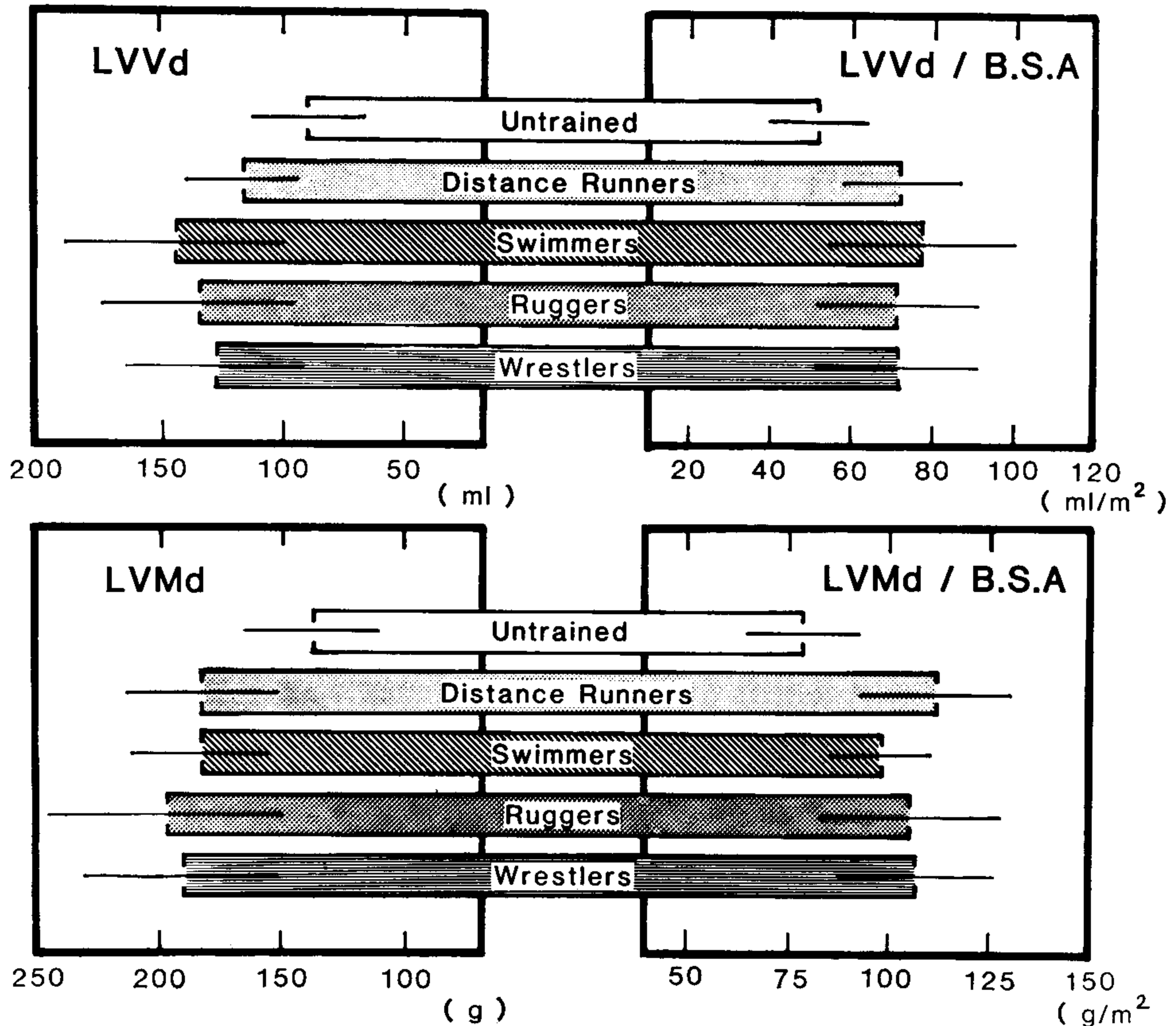


Fig. 3 Left ventricular volume (LVVd) and mass (LVMd) in untrained males and collegiate athletes. Values are expressed in absolute terms (left) and in relation to body surface area (right).

ラグビー、レスリング)より有意に大きな値を示し絶対値とは異なる傾向を示した ($P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.05$).

非鍛練者とスポーツ競技者の左室拡張末期容量 (LVVd) と左室心重量 (LVMd) について示したのが図3である。

非鍛練者の LVVd ($90.0 \pm 22.9 \text{ ml}$) はスポーツ競技者 (長距離 $116.7 \pm 23.01 \text{ ml}$, 水泳 $143.8 \pm 44.1 \text{ ml}$, ラグビー $134.1 \pm 39.3 \text{ ml}$, レスリング $127.8 \pm 36.1 \text{ ml}$) より有意に小さい値 ($P < 0.01$) であった。長距離走者の値は他の競技種目に比較してわずかに小さい値を示す傾向であったがその差の有意性は認められなかった。また、BSA 当りの LVVd についても絶対値とほぼ同様な傾向がみられた。

次に、LVMd についてみると非鍛練者は $137.5 \pm 28.0 \text{ g}$ であり、長距離走者 $182.3 \pm 31.5 \text{ g}$ 、水

泳選手 $182.8 \pm 28.2 \text{ g}$ 、ラグビー選手 $198.1 \pm 47.8 \text{ g}$ 、レスリング選手 $190.9 \pm 40.0 \text{ g}$ に比べて著しく小さい値であった ($P < 0.01$)。競技種目間の比較ではラグビーやレスリングの値が長距離、水泳よりわずかに高い値を示したが有意性は認められなかった。

また、BSA 当りの LVMd についてみても非鍛練者の値は絶対値と同様にスポーツ競技者より有意に低い値を示した。しかし、長距離走者の絶対値は他の競技者よりわずかに低い値を示したが、BSA 当りの LVMd でみると最も高い値を示し水泳選手との間には 5% 水準での有意差が認められた。

図4は左心室機能の指標とされている左室駆出分画 (EF) と左室平均短縮速度 (mVcf) について非鍛練者とスポーツ競技者の値を示したものである。

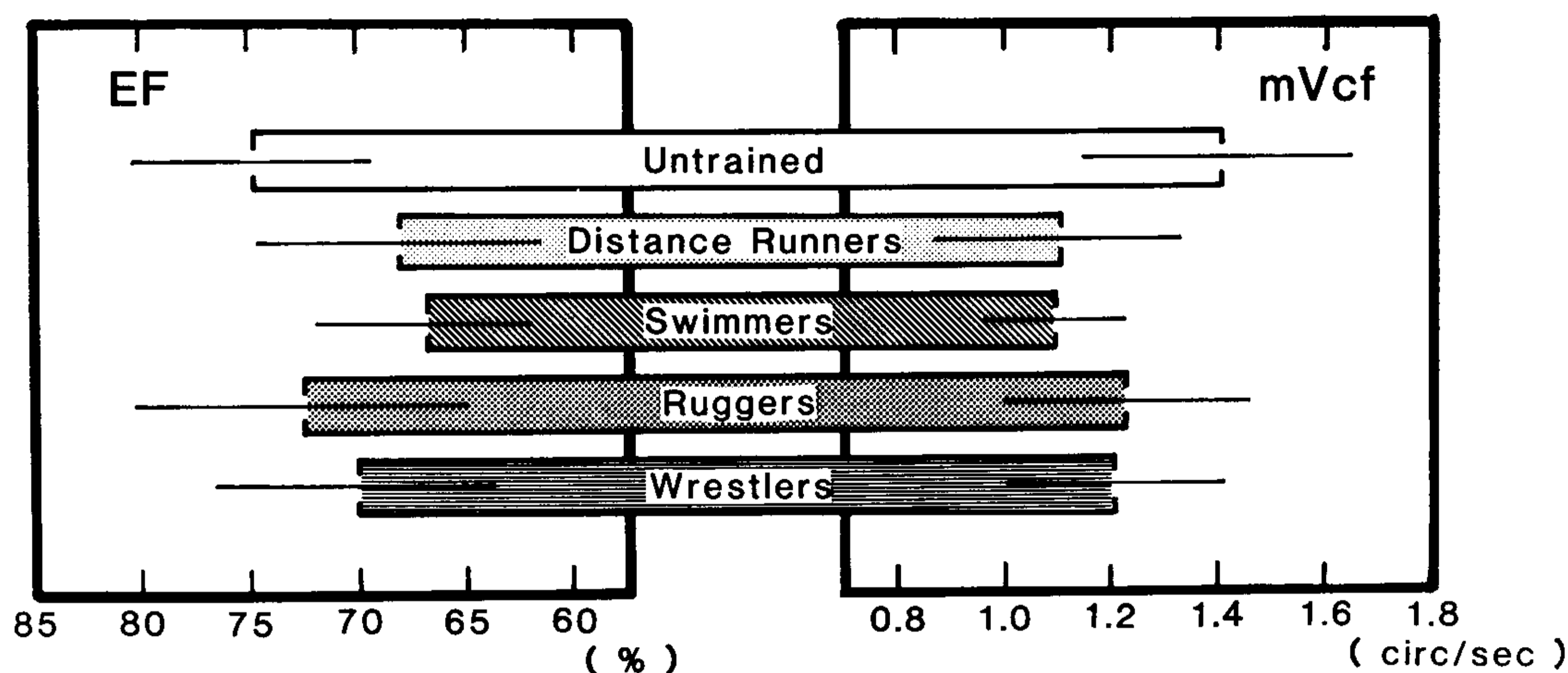


Fig. 4 Left ventricular ejection fraction (EF) and mean velocity of circumferential shortening (mVcf) in untrained males and collegiate athletes.

非鍛練者の EF の値は $74.7 \pm 5.5\%$ であり、長距離走者 ($68.1 \pm 6.6\%$)、水泳選手 ($66.8 \pm 5.0\%$) 及びレスリング選手 ($69.9 \pm 6.4\%$) より有意に高い値を示した ($P < 0.01$, $P < 0.01$, $P < 0.05$)。各競技種目間では EF の著しい差異は認められなかった。

また、mVcf も EF とほぼ同様な傾向を示し、非鍛練者の値 ($1.40 \pm 0.25 \text{ circ./sec}$) はスポーツ競技者 (長距離 $1.11 \pm 0.23 \text{ circ./sec}$, 水泳 $1.10 \pm 0.13 \text{ circ./sec}$, レスリング $1.21 \pm 0.20 \text{ circ./sec}$) より有意に高い値を示した ($P < 0.01$)。mVcf の競技種目による顕著な差異はみられなかった。

論 議

非鍛練者とスポーツ競技者の左心室形態の特徴に関して、Marganroth ら⁹⁾は一般学生と水泳選手、長距離走者、投てき選手及びレスリング選手を対象として検討したところ、左室重量は一般学生に比べ全てのスポーツ競技者の方が重く、左室拡張期容量では水泳選手や長距離走者で大きな値が認められたのに対し左室壁厚はレスリングや投てき選手において大きい値が見られたことから Isotonic (Endurance) 競技種目では連続した静脈還流の増加が容量負荷となり左室内腔拡張を生じさせ、レスリングや投てきなどの Isometric

(Resistance) 競技種目では動脈血圧の上昇が圧負荷となり左室拡張を伴わない左室壁厚の増加によって左室心筋重量が増大したことを指摘している。

同様な結果は杉下ら¹⁴⁾¹⁵⁾の疾走群、柔道群及び一般学生を対象とした報告にもみられている。

また、Underwood R. H. と J. L. Schawade¹⁷⁾, Paulsen W. ら¹⁰⁾や Longhursts ら⁷⁾も一般人の非鍛練者に比較して長距離走者の左室拡張期内径、左室拡張期容量及び左室拡張期心筋重量は大きいことを報告している。

本研究の非鍛練者と長距離走者、水泳選手、レスリング選手の左心室形態についてみても左室拡張期容量 (LVVd) と左室拡張期心筋重量 (LVMd) は非鍛練者に比べ全てのスポーツ競技者の方が絶対値及び BSA 当りの相対値とも大きな値を示し、それらの知見とほぼ一致している。

しかし、左室拡張期の壁厚の絶対値ではスポーツ競技者の方が非鍛練者よりわずかに大きな値を示す傾向であったがその差の有意性は認められていない。また、BSA 当りの PWTd に関して長距離走者の値は非鍛練者や他のスポーツ競技者より有意に大きい値であったがレスリング選手については非鍛練者とほぼ同値を示す傾向がみられた。

本研究の静的運動を含む競技者 (レスリング)

では顕著な壁厚の肥大はみられず、動的運動を含む競技者（長距離走者）においては左室内腔拡張と左心後壁厚の両者の増大がみられ Marganroth⁹⁾や杉下¹⁴⁾¹⁵⁾の指摘する傾向は認められなかった。

伊藤⁶⁾は我国一流競技者について検討した結果、有酸素的な競技種目（長距離走、マラソン、自転車ロード、近代五種）において左室壁厚の肥大、左室内腔の拡張及び左室心筋重量の増加を認めた。さらに、有酸素的作業能 (VO_{2max}) と左室壁厚、左室内腔、左室心筋重量との間に有意な相関関係を示したことから有酸素的トレーニングを長期継続することによる適応効果の一部として、心臓においては心筋の肥大と心室の拡張の両者を伴う拡大が生ずるであろうことを指摘している。

本研究のスポーツ競技者の左室内径、容量及び心筋重量は非鍛練者より有意に大きい値を示したにもかかわらず、壁厚は BSA 当りの相対値で長距離走者のみに著しい増大が認められた。これらは有酸素的トレーニングの度合が左室心肥大に関与しているのであろうことが推察され、伊藤⁶⁾の知見を示唆するものであると思われる。

左室機能の指標とされている左室駆出分画 (EF) 即ち、一回の左室収縮で拍出される容積の比率と単位時間内左室壁が短縮する速さとしての平均短縮速度 (mVcf) に関して、杉下¹⁵⁾は非体育群より疾走群の EF, mVcf は低値を示したことを報告している。しかし、スポーツ競技者の EF, mVcf の低下は心疾患者の機能低下とは異なり運動負荷に対する予備能力の増大であることを指摘している。

また、Paulsen W. ¹⁰⁾もマラソン走者の安静時 mVcf は一般人に比べて低いことを報告している。

しかし、Underwood R. H. と J. L. Schwade¹⁷⁾は長距離走者と一般人とでは EF や mVcf の著しい差はみられなかったことを報告している。

本研究の EF と mVcf についてみると長距離走者や水泳選手の値はラグビーやレスリング選手に比べ非鍛練者の値より顕著に低い値を示し、杉下¹⁵⁾や Paulsen W. ¹⁰⁾の知見と一致する傾

向が認められた。

これらのことから有酸素的運動（長距離走、水泳）が左室予備能力を高めるといふ報告を示唆しているものと思われる。

要 約

12名の非鍛練者と学生のスポーツ競技者92名（長距離走21名、水泳10名、ラグビー16名及びレスリング45名）の計104名を被検者として、左心室形態と機能の特徴を心エコー図法を用いて明らかにすることと左室の形態に及ぼすスポーツ競技特性を検討しようとした。

その結果、スポーツ競技者のLVVd及びLVMdの絶対値と相対値（体表面積当り）ともに非鍛練者のそれらに比較して有意に大きな値を示し左室拡大が認められた。

壁厚 (SP と PWTd) の絶対値は非鍛練者とスポーツ競技者では著しい差異は認められなかった。長距離走者の体表面積当りの PWTd の相対値は非鍛練者や他のスポーツ競技者より有意に大きい値を示した。

長距離走者と水泳選手の EF や mVcf は非鍛練者より有意に低い値を示した。

これらのことから、長距離走者の心拡大は左室内腔の拡張と左室壁の肥大の両者に起因し、左心室の高い予備能力が生じているものと推定される。

引 用 文 献

- 1) Crawford, W. J., and P. C. Alexander: Myocardial circumferential fiber shortening velocity in collegiate athletes determined by echocardiography. *J. Sports Med.* 19; 1979.
- 2) Cureton, T. K.: *Physical Fitness of Champion Athletes*, 1951.
- 3) Devereux, R. B., and N. Reichek: Echocardiographic Determination of Left Ventricular Mass in Man. Anatomic Validation of the Method. *Circulation* 55; 613-618, 1977.
- 4) Fortuin, N. J., Hood, W. P., Craige, E.: Evaluation of left ventricular function by echocardiography. *Circul.* 45; 26-35, 1972.
- 5) Grayevskaya, N. D., G. A. Goncharova,

- G. Ye. Kalugina, and V. M. Timonova :
Echocardiographic study of sportsmen' hearts.
J. Sports Med. 19 ; 1979.
- 6) 伊藤静夫 : No. VII, わが国における代表的な
競技選手についての健康診断, 体力測定報告, 日
本体育協会スポーツ科学研究報告 ; 8 ~13, 1981.
- 7) Longhurst, J. C., A. R. Kelly, W. J.
Gonyea, and J. H. Mitchell : Echocardiographic
left ventricular masses in distance runners
and weight lifters. J. Physiol. Respirat.
Environ. Exercise Physiol. 48 (1); 154-162,
1980.
- 8) Mason, S. J., Fortuin, N. J.: The use of
echocardiography for quantitative evaluation
of left ventricular function. Progr. Cardio.
Dis. 21 ; 119-132, 1978.
- 9) Morganroth, J., B. J. Maron, W. L. Henry,
and S. E. Epstein : Comparative Left Ven-
tricular Dimensions in Trained Athletes.
Annals of Internal Medicine 82 ; 521-524,
1975.
- 10) Paulsen, W., D. R. Boughner, P. Ko, D. A.
Cunningham, and J. A. Persaud : Left ven-
tricular function in marathon runners :
echocardiographic assessment. J. Appl. Phys-
iol. Respirat. Environ. Exercise Physiol. 51
(4); 881-886, 1981.
- 11) Richard C, Heidinger : Relationship of
Heart size to strength, muscle bulk, and
surface area. University of Illinois, School of
Physical Education, 1948.
- 12) Roeske, W. R., R. A. O'Rourke, A. Klein,
G. Leopold, and J. S. Karliner : Noninvasive
Evaluation of Ventricular Hypertrophy in
Professional Athletes. Circulation 53 ; 286-
292, 1976.
- 13) Rost, R., K. W. Schneider, and N. Stegmann :
A comparative echo-cardiographical examina-
tion of the hearts of highly trained athletes
and untrained persons. J. Sports Med. 15 ;
19-75.
- 14) 杉下靖郎 : スポーツ心臓, 体育の科学, Vol.
30 ; 798~802, 1980.
- 15) 杉下靖郎, 小関 迪, 松田光生, 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.
- 16) Ten Cate, F. J., F. E. Kloster, W. G. Van
Dorp, G. T. Meester, and J. Roelandt : Di-
mension and volumes of left atrium and
ventricle determined by single-bean echo-
cardiography. Br. Heart J. 36 ; 737-746, 1974.
- 17) Underwood, R. H., and J. L. Schwade :
Noninvasive analysis of cardiac function of
elite distance runners—echocardiography, vec-
torcardiography, and cardiac intervals. Ann.
NY Acad. Sci. 297-309, 1977.
- 18) Zeppilli, P., S. Sandric, F. Cecchetti, A.
Spataro, and R. Faneli : Echocardiographic
assessments of cardiac arrangements in dif-
ferent sports activities, in "Sports Cardiology
international conference." ed. T. Lubich and
A. Venerando, Aulo Gaggi Publisher, Bologna,
723-734, 1980.