

男子スポーツ競技者の左室内腔と最大酸素摂取量

芳賀脩光, 松田光生, 植屋悦男*, 小島龍平**
鳩木秀夫***, 梨羽茂****, 富樫健二****
中谷敏昭*****, 城所邦昌*****

Left ventricular dimension, and maximum oxygen uptake in top male athletes

Shukoh HAGA, Mitsuo MATSUDA, Etsuo UEYA, Ryuhei KOJIMA,
Hideo IKARUGI, Shigeru NASHIBA, Kenji TOGASHI, Toshiaki NAKATANI,
Kunimasa KIDOKORO

Little is known about the structure of an athlete's heart or its anatomical variations in Japan. The purpose of this study is to investigate the physical endurance and capacity of top male athletes in the All Japan Class, by means of echocardiographic and aerobic work capacity measurements. Echocardiograms showed interventricular septum thickness (IVST), left ventricular posterior wall thickness (LVPWT), left ventricular end-diastolic dimension (Dd) and left ventricular end-systolic dimension (Ds). Many indices of hemodynamic response were calculated to evaluate the left ventricular functions. The top, competitive, athletes who participated in the study, were 12 track and field runners, 19 soccer players, and 19 baseball players, their average age was 22 (ranging from 18 to 28).

Key words: echocardiography, left ventricular dimension, left ventricular function, maximum oxygen uptake, top male athletes

The results were as follows :

1. Height of track and field G., soccer G. and baseball G. were 172.8cm, 172.7cm, 175.7 cm. Body weights were 65.5kg, 68.3kg, 71.2 kg, respectively.
2. Maximum oxygen uptake ($\dot{V}O_2\text{max}$: l/min) was 4.57 l/min in the track & field G, 4.72 l/min in the soccer G. and 4.55 l/min in the baseball G., but the maximum oxygen

uptake per body weight ($\dot{V}O_2\text{max}/\text{weight}$: ml/kg/min) was significantly found to be the highest (71.0 ml/kg/min) in the track and field G.

3. Interventricular septum thickness (IVST) and left ventricular posterior wall thickness (LVPWT) had about same values among the track and field G. and the soccer G.
4. The left ventricular end-diastolic dimensions (Dd) measured about 53 min in three groups. However, the Dd per body surface area had the greatest value in the track and field G.
5. The stroke index (SI) of the track and field G. had greater values than any other

* 愛知大学教養部

** 昭和大学医学部

*** 神戸商科大学

**** 筑波大学体育研究科

***** 筑波大学研究生

***** 神奈川県立旭高等学校

groups.

6. Fractional shortning and mVcf as indices of heart muscle contraction showed the highest values in the track and field G.

1. 緒 言

一流競技者を対象としての全身持久性に関する研究では最大酸素摂取量の面⁷⁾¹⁰⁾¹¹⁾²²⁾から, 最大心拍出量の面⁸⁾から, あるいは心容積の面¹⁾から等が報告されてきている。また, 近年においては, 競技者の心機能について, 左室内腔を超音波心エコー図法によって検討されるようになり, この方法のみを用いた報告は多数みられている²⁾¹²⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²¹⁾。しかしながら, 全身持久性について最大酸素摂取量を測定し, 両者の関連をみた研究はほとんどみられていない⁹⁾。そこで本研究では有酸素的作業能としての最大酸素摂取量と, 超音波心エコー図法による左室内腔の血行動態諸標を測定し, 従来の報告と比較しながら, 我が国の男子一流競技者の全身持久性について検討しようとするものである。

2. 方 法

1. 心エコー図法

心エコー図法の撮影および計測はこれまでに多く報告され¹³⁾¹⁶⁾²³⁾²⁶⁾, また, 筆者たち⁶⁾²⁷⁾も測定してきた方法と同様の方法で実施した。本研究では超音波によるビームをスキャンにして心臓断層像, すなわち, 断層心エコー図を撮影しながら, 探触子からのMモードビームが心室中隔 (inter-ventricular septum : IVS), 左室内腔 (left ventricular cavity : LVC), 左室後壁 (left ventricular posterior wall : LVPW) を左室腱索レベルにおいて横断するようにして実施した。心エコー図から左室拡張終期内径 (left ventricular end-diastolic dimension : Ds), 左室収縮終期内径 (left ventricular end-systolic dimension : Dd) および, 心室中隔, 左室後壁を計測し, 次のような血行動態諸標を求めた。血行動態の評価は左室内径の計測値から Pombo の式²⁰⁾により左室拡張終期容量 (left ventricular end-diastolic volume : LVEDV = Dd³) 左室収縮終期容量 (left ventricular end-systolic volume : LVESV = Ds³) を求めた。またそれぞれの諸標は次式から算出した。

内径短縮率 (fractional shortning : FS)

$$(Dd - Ds) / Dd$$

平均内周短縮速度 (mean velocity of circumference fiber shortning : mVcf)

$$(Dd - Ds) / (Dd \cdot ET) \quad ET : \text{駆出時間}$$

一回拍出量 (stroke volume : SV)

$$Dd^3 - Ds^3$$

一回拍出係数 (stroke index : SI)

$$SV / BSA$$

心拍出量 (cardiac output : CO)

$$SV \times HR$$

心係数 (cardiac index : CI)

$$CO / BSA$$

2. 最大酸素摂取量の測定

最大酸素摂取量 (maximum oxygen uptake : $\dot{V}O_2\text{max}$) について, 運動負荷試験法としてはトレッドミル (固定角度 : 5 度) を用い, 1 分毎に 10m ずつ漸増する速度漸増負荷法により実施し, 疲労困憊 (exhaustion) となって運動を中止する時点まで継続した。呼気ガスの採気はダグラスバッグ法, 呼気の分析はベックマンアナライザ (CO₂-LB II 型, O₂-OM11 型) によっておこなった。なお心拍数は心電図法により求めた。

3. 被 検 者

日本陸上選手権大会等に出場する実業団男子陸上競技中・長距離選手12名, 日本リーグ I 部に所属する実業団サッカー選手19名 (ゴールキーパーを除く), 全国社会人野球選手権大会および都市対抗野球選手権大会等に出場の経験を有する実業団野球選手19名であった。

3. 結 果

1. 表 1 は被検者の年齢, 身長, 体重, 体表面積の値を競技別に平均値で示したものである。年齢は陸上競技選手 (以下陸上群), サッカー選手 (以下サッカー群), 野球選手 (以下野球群) のいずれにおいても 18~28 歳のもので, 平均値では陸上群で 21.4 歳, サッカー群は 23.5 歳, 野球群は 22.0 歳であった。身長は陸上群が 172.8cm, サッカー群は 172.7cm とほぼ同値で, 野球群は 175.7cm で, サッカー群に対しては有意に高い値 ($P < 0.05$) であった。また, 体重は陸上群が 65.5kg, サッカー群が 68.3kg であった。そして野球群は 71.2kg を示し, 陸上群に比較し有意に大きい値 ($P < 0.05$) であっ

Table 1 Physical characteristics in track and field group, soccer group and baseball group.

Track & Field Group n=8

	Mean	SD	Range
Age (years)	21.4	2.97	18~28
Height (cm)	172.8	6.54	165.0~185.4
Weight (kg)	65.5	11.58	55.5~96.9
BSA (m ²)	1.77	0.17	1.64~2.23

Soccer Group n=19

	Mean	SD	Range
Age (years)	23.5	3.27	18~28
Height (cm)	172.7	5.30	165.0~185.0
Weight (kg)	68.3	6.36	60.0~82.0
BSA (m ²)	1.82	0.11	1.67~2.07

Baseball Group n=19

	Mean	SD	Range
Age (years)	22.0	2.67	18~28
Height (cm)	175.7	5.34	165.6~183.4
Weight (kg)	71.2	5.69	60.0~80.5
BSA (m ²)	1.88	0.10	1.70~2.03

た。体表面積では陸上群1.77m²、サッカー群1.82m²であった。野球群は1.88m²であり、他の2群に比べ高い値 (P<0.05) を示した。形態面では野球群が最も大きな値であった。

2. 最大酸素摂取量, 最大換気量, 最高心拍数の結果

表2は最大酸素摂取量 (V̇O₂max : l/min), 体重当たりの最大酸素摂取量 (V̇O₂max/weight : ml/kg/min), 最大換気量 (V̇E_{max} : l/min), 最高心拍数 (HR_{max} : beats/min) の結果を競技別に示したものである。最大酸素摂取量は陸上群で4.57 l/min, サッカー群4.72 l/min, 野球群4.55 l/minで3群間に有意な差はなかった。体重当たりの最大酸素摂取量でみると陸上群が71.0ml/kg/minを示し、サッカー群は69.9ml/kg/minであった。また、野球群は64.0ml/kg/minであった。この結果、陸上群は野球群に対して有意に大きく (P<0.05), またサッカー群は野球群に対し有意に大きい値 (P<0.01) であった。最大換気量は

陸上群, サッカー群, 野球群共に145.9 l/min, 145.2 l/min, 143.6 l/minとほぼ同値を示した。最高心拍数は陸上群195beats/min, サッカー群193beats/min, 野球群188beats/minと陸上群は野球群に対し高い値 (P<0.01) を示した。またサッカー群も野球群に対し有意に高い値 (P<0.05) であった。

表3は心臓の形態および血行動態諸標について示したものである。はじめに心室中隔厚 (IVST) についてみると陸上群8.8mm, サッカー群9.6mm, 野球群10.3mmであった。野球群は陸上群に対し有意に大きい値 (P<0.01) であった。また、左室後壁厚 (LVPWT) は陸上群10.0mm, サッカー群10.5mm, 野球群12.0mmを示し、野球群は陸上群に対し (P<0.001), サッカー群に対し (P<0.01), 心壁厚はいずれも大きいことを示した。次に心臓の大きさ (dimension) をみる指標としての左室拡張終期内径 (Dd) についてみると、陸上群52.7mm, サッカー群52.5mm, 野球群52.8mmで3群間に有意差はなかった。また、左室拡張終期内径を体表面積当たり (Dd/BSA) でみると、陸上群は30.0mm/m²となり、サッカー群は28.9mm/m², 野球群は28.2mm/m²であった。陸上群は野球群に対し有意に大きい値 (P<0.05) であった。左室収縮終期内径 (Ds) については、陸上群33.0mm, サッカー群33.7mm, 野球群35.7mmであった。野球群は陸上群に対して大きな値 (P<0.05) であった。しかしながら、左室拡張終期容積 (LDEDV) は陸上群147.3ml, サッカー群146.6ml, 野球群は148.5mlでほぼ同値を示した。

また、心筋収縮力の指標の一つと考えられている内径短縮率 (FS) は陸上群, サッカー群, 野球群でそれぞれ36.9%, 35.5%, 32.1%を示した。この結果、陸上群は野球群に対し有意に大きく (P<0.01), サッカー群も野球群に対し有意に大きな値 (P<0.05) であった。しかし、陸上群とサッカー群の間には有意差はなかった。平均内周短縮速度 (mVcf) は各群とも各々1.02circ/sec, 0.97circ/sec, 0.89circ/secを示し、統計的にみると陸上群が野球群に対し高い値 (P<0.05) であった。一回拍出量は陸上群が110.3ml, サッカー群が105.9ml, 野球群が101.8mlであった。陸上群は野球群に対し大きい値 (P<0.05) であった。同一基準で評価する一回拍出係数 (SI) でみると、陸上群が62.6ml/m², サッカー群が58.2ml/m², 野球

Table 2 Maximum oxygen uptake, maximum ventilation and, maximum heart rate in track and field group, soccer group and baseball group.

Track & Field Group n=8

	Mean	SD	Range
$\dot{V}O_2\text{max}$ (l/min)	4.57	0.46	3.64~5.34
$\dot{V}O_2\text{max/Weight}$ (ml/kg/min)	71.0	10.5	53.2~84.3
$\dot{V}E\text{max}$ (l/min)	145.9	19.4	112.4~175.0
HRmax (beats/min)	195	8.1	181~208

Soccer Group n=19

	Mean	SD	Range
$\dot{V}O_2\text{max}$ (l/min)	4.72	0.44	3.98~5.65
$\dot{V}O_2\text{max/weight}$ (ml/kg/min)	69.9	5.6	57.0~78.5
$\dot{V}E\text{max}$ (l/min)	145.2	16.5	120.2~177.0
HRmax (beats/min)	193	8.9	178~204

Baseball Group n=19

	Mean	SD	Range
$\dot{V}O_2\text{max}$ (l/min)	4.55	0.47	3.88~5.59
$\dot{V}O_2\text{max/Weight}$ (ml/kg/min)	64.0	5.22	54.6~72.1
$\dot{V}E\text{max}$ (l/min)	143.6	14.6	113.7~166.9
HRmax (beats/min)	188	6.4	178~203

群が54.4ml/m²で、陸上群は野球群に対し有意に大きい値 (P<0.01) であった。心拍出量 (CO) は、野球群 6.0 l/min, サッカー群 5.6 l/min, 野球群 5.9 l/min と 3 群がほぼ同値を示した。体表面積当たりでみる心係数では陸上群, サッカー群, 野球群はほとんど同じ値で差はなかった。

心拍数は、陸上群, サッカー群, 野球群はそれぞれ、54beats/min, 53beats/min, 58beats/min でほぼ同じ値であった。

4. 論 議

有酸素的作業能としての最大酸素摂取量は、絶対値では 3 群とも 4.6~4.7 l/min の範囲でほぼ同値であった。しかし、体重当たりでみると陸上群は 71.0ml/kg/min, サッカー群が 69.9ml/kg/min と大きな値を示した。しかし、野球群は 64.0ml/kg/min であった。本研究における被検者の最大酸素摂取量に対し、これまで報告されてきた値を比較

すると、我が国の代表選手の場合、日本人の一流マラソンランナー (10名)¹¹⁾では 76~83ml/kg/min であり平均 77ml/kg/min, スキー距離競技選手 (12名)¹⁰⁾では 70.9ml/kg/min, 中・長距離選手 (7名)¹¹⁾では 71~76ml/kg/min である。また、国外における報告においては、Saltin たち²²⁾は多くの全身持久的スポーツ種目にある選手の最大酸素摂取量は 70~80ml/kg/min であることをみており、Ekblom たち⁴⁾は同種の選手で 74.6ml/kg/min であったと述べている。こうした点からみれば本研究の持久的種目である陸上群, サッカー群は内外の一流競技選手レベルと同等の能力を有するものと考えられよう。また、全身持久的種目でいわゆる「一流」と称される選手の最大酸素摂取量は 70 ml/kg/min 以上を示すものと推察される。すなわち、トレーニングによって高められる最大酸素摂取量の限界値は、全身持久的競技選手の場合、個人差もあるが 70~80ml/kg/min と推察される。野

球選手の場合についても検討すると、スキー複合選手(12名)¹⁰⁾の65.4ml/kg/min とほぼ等しく、かつ、カヌー選手¹⁰⁾や水泳選手¹⁰⁾における60~61ml/kg/min の値よりも大きな値であった。野球群が他の2群に対し低い値であったのは、運動様式が陸上競技やサッカー競技のように特に持久的な走運

動を中心とする競技内容ではなく、「打撃」や「守備」といった瞬発的な動きの要素が大きい運動様式によるものである。その為に基礎的な体力についてのトレーニング内容も他の2群とは異質のもので、こうしたことが反映しているかも知れない。しかし、石河たち⁹⁾によれば、一般人のトレーニン

Table 3 Echocardiographic measurements data in track and field group, soccer group and baseball group.

Track & Field Group n=8

	Mean	SD	Range
IVST (mm)	8.8	1.8	7.0~12.0
LVPWT (mm)	10.0	1.4	8.0~13.0
Dd (mm)	52.7	2.9	48~58
Dd/BSA (mm/m ²)	30.0	2.7	23.8~33.1
Ds (mm)	33.0	3.5	28~38
LVEDV (ml)	147.3	24.6	110.6~195.1
FS (%)	36.9	4.0	32.0~46.0
mVcf (circ/sec)	1.02	0.18	0.81~1.34
SV (ml)	110.3	15.8	86.2~140.2
SV/BSA (ml/m ²)	62.6	9.3	49.1~78.5
CO (l/min)	6.0	1.73	3.36~8.69
CO/BSA (l/m ²)	3.38	0.97	2.04~4.90
HR (beats/min)	54	11.5	36~69

Soccer Group n=19

	Mean	SD	Range
IVST (mm)	9.6	1.8	7.0~13
LVPWT (mm)	10.5	1.9	8.0~19
Dd (mm)	52.5	3.3	48~59
Dd/BSA (mm/m ²)	28.9	2.2	25.6~33.3
Ds (mm)	33.7	4.8	25.0~43.0
LVEDV (ml)	146.6	28.0	110.6~205.4
FS (%)	35.5	6.0	23.0~47.0
mVcf (circ/sec)	0.97	0.19	0.65~1.30
SV (ml)	105.9	17.3	83.6~142.9
SV/BSA (ml/m ²)	58.2	9.1	44.7~74.2
CO (l/min)	5.6	0.69	4.41~7.00
CO/BSA (l/m ²)	3.07	0.42	2.32~3.99
HR (beats/min)	53	6.3	43~68

Baseball Group n=19

	Mean	SD	Range
IVST (mm)	10.3	1.4	8.0~13.0
LVPWT (mm)	12.0	1.3	10.0~15.0
Dd (mm)	52.8	2.5	49.0~56.0
Dd/BSA (mm/m ²)	28.2	1.9	25.3~32.4
Ds (mm)	35.7	3.5	27.0~41.0
LVEDV (ml)	148.5	20.5	117.7~175.6
FS (%)	32.1	5.0	25.0~46.0
mVcf (circ/sec)	0.89	0.19	0.64~1.53
SV (ml)	101.8	12.0	74.8~119.7
SV/BSA (ml/m ²)	54.4	6.9	42.3~68.1
CO (l/min)	5.9	1.59	3.89~10.85
CO/BSA (l/m ²)	3.15	0.81	2.16~5.68
HR (beats/min)	58	14.5	41~103

グの上限は60ml/kg/minと推定しているが、上記に示したように我が国を代表する競技者であるカーヌー選手や水泳選手の値より大きいことは、野球選手とすれば非常に高い有酸素的作業能を有していると考えられる。

次に、こうした最大酸素摂取量に対する心筋壁厚および左室内腔 (left ventricular cavity) の Dimensional な因子や機能の面から検討していきたい。

本研究において、3群の心筋壁厚、すなわち IVST および LVPWT からみると陸上群8.8mm, 10.0mm, サッカー群9.6mm, 10.5mm, 野球群10.3mm, 12.0mmであった。これに対し、これまでに報告された我が国のマラソンランナー¹⁴⁾の結果では、IVSTは8.5mm, LVPWTは10.2mmという結果がみられる。本研究での陸上群はほとんどこのマラソンランナーの値と同じ値を示した。また、国外の報告からみると、水泳選手¹⁵⁾IVST: 10.6mm, LVPWT: 10.7mm, 陸上競技の中・長距離選手¹⁵⁾IVST: 11.3mm, LVPWT: 10.9mm, アマチュアレスラー¹⁵⁾IVST: 13.7mm, LVPWT: 13.0mmを示している。また、他の報告による長距離選手¹²⁾の場合ではIVST: 9.7mm, LVPWT: 9.0mmである。さらに、他の報告による持久的競技選手(20名)¹⁸⁾のIVSTは10.6mm, LVPWTは10.9mmと述べている。またプロバスケットボール選手²¹⁾の場合をみると、外国選手は身長が2 m程度、あるいはそれ

以上を示す者が多いことから、形態の差異により絶対値での比較は困難であるがIVSTは13.7mm, LVPWTは11.1mmであったことをみている。従って、心筋壁厚からみると、本研究の場合、陸上群やサッカー群の値は外国選手と比較し、やや薄い傾向を示すものと考えられる。これは、身長、体重という形態的相違によるものか、あるいは日本人としての民族的な器質的因子によるものかは不明である。野球群の場合は国外の報告と同じであった。野球群の心筋壁厚が厚い傾向を示したことは、形態が他の2群より有意に大きかったことが反映しているかも知れない。しかし、それに加えれば次のような影響も考えられる。すなわち、野球選手の日常のトレーニング内容において、補助トレーニング、あるいは補強トレーニングといった場合に全身持久的な運動をおこなうこともみられるが多くは体の移動が少ない打撃の練習や瞬発力またはダッシュを伴う守備練習、あるいは isometric や isotonic による筋力トレーニングの要素も多い。こうしたことから必ずしも容量負荷の影響だけでなく、むしろ圧負荷の影響が非常に大きいことも考えられる。こうしたことの反復が心筋の肥大をうながし、陸上群やサッカー群よりも心筋壁厚が厚いという結果を招来している可能性も大きいと考えられる。

次に左室の dimension としての拡張終期内径 (Dd), 収縮終期内径 (Ds) から検討すると、本

研究の結果、3群の値はDdが52~53mm, Dsは33~36mmであった。先に示した日本人マラソンランナー¹⁴⁾の場合、Ddは50.8mm, Dsは36.3mmという値が報告されている。また、大学サッカー選手²⁷⁾の場合、Ddは52~53mm, Dsは36mmであり、本研究の結果とほとんど等しい値を報告している。国外の報告からみれば、Gilbertたち⁹⁾は持久的ランナーのDdは42~59mmで平均値では50mmと述べている。また、Morganrothたち¹⁵⁾は大学の陸上ランナーの場合、Ddは50~61mmで平均値では54.1mmであったことをみている。Nishimuraたち¹⁷⁾は20歳代のプロ自転車競技選手ではDdは55mm, Dsは36mmを報告している。Pavilikたち¹⁹⁾によればオーストリアナショナルチームの自転車競技および長距離ランナーの平均値はDdが53.4mm, Dsは36.8mm, Cohenたち²⁾によれば、長距離ランナーはDdが55.8mm, Dsは34.7mmという値を報告している。以上の結果から要約すれば、本研究の左室dimensionはこれまで報告された他の一流競技選手の値とほぼ同じであると考えられる。すなわち、左室のdimensionの最も有益な指標としてのDdは一流の持久的競技者の場合、形態の相違によっても異なるが53~55mmが絶対値の上限と考えられよう。しかし、個人的にみると60mmに至るものも報告されている。

次に、本研究の結果から陸上群、サッカー群、野球群の比較検討を加えたい。表2は3群の体重当たりの最大酸素摂取量を示したものであるが、陸上群、サッカー群は70.0ml/kg/minと大きく、野球群は64.0ml/kg/minと小さい値であった。また、Ddに対する体表面積当たりの値を表3からみると、同様に陸上群は大きく、野球群は小さい値であった。すなわち、同一基準でみると陸上群の左室内径は大きい。また、サッカー群も野球群に対し大きい傾向を示した。すなわち、身体に対するDdの割合が大きいことを示すものである。陸上群やサッカー群はまた、IVSTやLVPWTが小さい。全身持久的トレーニングの結果による心臓のdimensionや機能への影響に関する研究ではDdの増大、Dsの減少とともに、心筋収縮力の増大という因子によって一回拍出量の増大が生じるとする報告⁹⁾がみられる。また、他の報告²⁵⁾ではジョギングによるトレーニングの結果、最大酸素摂取量の増大と共に、一回拍出量の増加を認め、これは、Ddと左室拡張終期容積の増大によるも

のとしている。更に、左室充満量による影響も大きいと述べている。また、心臓に対するトレーニングの効果について、女性ホッケー選手²⁸⁾を対象にして検討しているが、最大酸素摂取量の増大と共にDdの増大も認め、Ddはheart abilityに関与するものであろうと述べている。更に、ラットを用いたトレーニングの結果、心臓に対する有効な運動の効果は冠動脈枝の拡大(enlargement)または、側副血行(collateral circulation)への影響が考えられるとする報告²⁴⁾もみられる。

すなわち、心筋壁厚が薄く、内径が大きいということは、結果として血液量の増大という容量負荷の影響によるものと思われる。これは左室における血流充満量が大きく、心筋の伸展、拡張という刺激を絶えず繰り返すという結果に起因するものと思われる。更に、内径短縮率や平均内周短縮速度は心筋収縮力を示す指標として考えられているが、陸上群やサッカー群は大きいことから、心筋のより大きな収縮力によって残余血液量を減少せしめ、従ってより多くの拍出量を生ずることが考えられる。表3の一回拍出係数(SV/BSA)が野球群に対して大きい傾向を示すことがその証左となろう。また、野球群の体重当たりの最大酸素摂取量や体重当たりのDdの値が小さかったことは野球群のトレーニングの内容が他の2群と異なり、左室内腔に及ぼす影響が異なるためであろう。

5. 結 語

本研究は超音波心エコー図法による左室内腔の形態や機能を有酸素的作業能としての最大酸素摂取量から男子一流競技者の全身持久性について検討したものである。

被検者は日本陸上選手権大会等に出場する実業団男子陸上部員12名、日本リーグI部に所属する実業団サッカー部員19名、全国社会人野球選手権大会等に出場の経験を有する実業団野球部員19名であった。年齢は18~28歳で3群の平均年齢は22歳であった。

結果は次の通りである。

- 1) 陸上群、サッカー群、野球群の順に、身長についてみると各々172.8cm, 172.7cm, 175.7cm, 体重は65.5kg, 68.3kg, 71.2kgと野球群が形態的に最も大きな値であった。
- 2) 最大酸素摂取量の絶対値は陸上群4.57 l/min, サッカー群4.72 l/min, 野球群4.55 l/min

minであった。しかし、体重当たりの最大酸素摂取量は陸上群が71.0ml/kg/minで最も大きく、サッカー群は69.9ml/kg/min、野球群は64.0ml/kg/minであった。すなわち、陸上群、サッカー群においては70ml/kg/minのレベルを示し、内外の一流の全身持久性競技者と同じ水準を示した。また、野球群も他の競技者群と比較し、高い有酸素的作業能を示した。

- 3) 心室中隔壁厚、左室後壁厚は陸上群、サッカー群が薄く、野球群が厚い値を示した。陸上群、サッカー群の値は国外の報告と比較するとやや薄い傾向を示した。これは形態の相違によるものか、民族的相違によるかは不明である。野球群の心筋壁厚が厚かったのは身長や体重の相違によるものか、あるいは、トレーニング内容の相違かも知れない。
- 4) 左室拡張終期内径は陸上群、サッカー群、野球群がおおよそ53mmを示し、これまで報告された内外の一流競技選手の研究結果とほぼ同じ値であった。しかし、体表面積当たりの値でみると陸上群が最も大きい傾向を示した。
- 5) 体表面積当たりの一回拍出係数は陸上群が大きな値であった。これは体重当たりの最大酸素摂取量が大きいことを示す重要な因子と考えられる。
- 6) 心筋収縮力の各指標も陸上群が大きい値であった。すなわち、心筋収縮力が大きいことは左室の拍出量を決める要因と考えられ、一回拍出量の増大、および心機能の効率が優れていることを示すものである。

文 献

- 1) 朝比奈一男, 中川功哉. スポーツ心臓. 運動生理学 大修館書店: 80-82, 1969.
- 2) Cohen J.L., and K.P. Segal. Left Ventricular Hypertrophy in Athletes.: An Exercise-Echocardiographic Study. Med. Sci. Sports Exerc., 17(6):695-700, 1985.
- 3) De Maria A.N., A. Neuman, G. Lee, W. Fowler, and D.T. Mason. : Alterations in Ventricular Mass and Performance Induced by Exercise Training in Man Evaluated by Echocardiography. Circulation, 57(2):237-244, 1978.
- 4) Ekblom B., and L. Hermansen. Cardiac Output in Athlete. J. Appl. Physiol. 25(5): 619-625, 1968.
- 5) Gilbert C.A., D.O. Nutter, J.M. Felner, J.V. Perkins, S.B. Heymsfield, and R.C. Schlant. Echocardiographic Study of Cardiac Dimensions and Function in the Endurance-Trained Athlete. Amer. J. Cardio., 40:528-533, 1977.
- 6) 芳賀脩光, 小関迪, 宮下充正, 植屋悦男. 動的運動負荷心エコー図法による筋運動時, 怒責時, および全身持久性運動時の血行動態. 筑波大学 体育科学系紀要 7: 135-147, 1984.
- 7) Hermansen L., and B. Saltin. Oxygen Uptake During Maximal Treadmill and Bicycle Exercise. J. Appl. Physiol. 26(1):31-37, 1969.
- 8) 猪飼道夫, 芳賀脩光, 手塚政孝. 体重別にみた柔道選手の呼吸循環機能の特徴. 柔道, 43(8): 54-61, 1972.
- 9) 石河利寛, 清水達雄, 佐藤佑, : 勤労青少年の作業能力向上のための至適運動強度について. 体育科学 1: 73-80, 1973.
- 10) 黒田善雄, 加賀谷焔彦, 塚越克巳, 雨宮輝也, 太田裕造, 酒井惇子. 日本人一流競技選手の最大酸素摂取量. 日本体育協会 スポーツ科学委員会, 研究報告集: 1-8, 1968.
- 11) 黒田善雄, 雨宮輝也, 塚越克巳, 鈴木洋児, 伊藤静雄. 陸上競技, 中・長距離走の呼吸循環機能に関する研究, 第3報, 日本体育協会スポーツ科学報告: 1-14, 1974.
- 12) Longhurst J. C., A. R. Kelly, W. J. Gonyea, and J.H. Mitchell. Echocardiographic Left Ventricular Mass in Endurance Runners and Weight Lifters. J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol. 48(1):154-162, 1980.
- 13) 町井潔, 梅田徹, 桑子賢司, 大内慰義, 永沼方寿喜, 吉田昭一. 断層心エコー図, 中外医学社: 325-437, 1981.
- 14) 松井秀治. 女子マラソン選手の体力—資料を中心にして 体育の科学, 33(3): 193-197, 1983.
- 15) Morganroth J., B.J. Maron, W.L. Heury and S. E. Epstein. Comparative Left Ventricular Dimension in Trained Athletes. Ann. Inter. Med., 85:521-524, 1975.
- 16) 仁村泰治, 永田正毅, 朴永大, 榊腹博, 別府慎太郎. 心エコー図による心臓の動態解析—原理と方法—, 臨床医 5(2): 74-80, 1979.
- 17) Nishimura T., Y. Yamada, and C. Kawai. Echocardiographic Evaluation of Longterm Effects of Exercise on Left Ventricular Hypertrophy and Function in Professional Bicyclists,

- Circulation 61 (4):832-840,1980.
- 18) Nutter D., C. Gilbert, S. Heymsfield, J. Perkins, and R. Schlant. Cardiac Hypertrophy in the Endurance Athlete. *Physiologist*, 18 (3): 336,1975.
 - 19) Pavlic G., N. Bachl, W. Wollein, Gy. Langfy, and L. Prokop. Resting Echocardiographic Parameters After Cessation of Regular Endurance Training. *Int. J. Sports Med.* 7 : 226-231, 1986.
 - 20) Pombo, J.F., Troy, B.L., Russel, R.O. Jr.: Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* 43:480-490,1971.
 - 21) Roeske W.R., R.A.O'Rourke, A. Klein, G. Leopold and J.S. Karlinel, Noninvasive Evaluation of Ventricular Hypertrophy in Professional Athletes, *Circulation*, 53:286-292,1976.
 - 22) Saltin B., and P. O. Astrand. Maximal Oxygen Uptake in Athlete. *J. Appl. Physiol.* 23: 353-358,1967.
 - 23) 杉下靖郎, 小関迪, 松田光生, 山口徹, 田村勤, 伊藤巖, 浅井克嬰. 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* No1891: 2-11, 1979.
 - 24) Tharp, G.D., and Wagner, C.T. Chronic Exercise and Cardiac Vascularization *Eur. J. Appl. Physiol.* 48:97-104,1982.
 - 25) Wolf, L.A., Cunningham D. A., Rechnitzer, P. A., and Nichol, P.M. Effect of endurance training on left ventricular dimension in healthy men. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 47 (1):207-212 1979.
 - 26) 山口徹. 心エコー図の正常波形と計測法, *臨床医* (5) : 67-73, 1979.
 - 27) 山中邦夫, 芳賀脩光, 小関迪, 松田光生, 植屋悦男, 宮下充正, 平井淳. 超音波心エコー図および有酸素的作業能からみた一流大学サッカー選手の全身持久性. *筑波大学 体育科学系紀要* 8 : 47-54, 1985.
 - 28) Zeldis, S.M., Morganroth, J., and Rubler, S.: Cardiac hypertrophy in response to dynamic conditioning in female athlete. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ Exercise Physiol.* 44(6):849-852,1978