

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

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*

The Study on Physical Endurance Capacity of Top University Soccer Player by Echocardiography and Aerobic Working Capacity

Kunio YAMANAKA, Shukoh HAGA, Susumu KOSEKI, Mitsuo MATSUDA,
Etsuo UEYA, Mitsumasa MIYASHITA and Sunao HIRAI

The purpose of this study is to determined physical endurance capacity of top university soccer players by means of echocardiography and maximal oxygen intake. Echocardiogram showed enlargement of the left ventricular end-diastolic dimension (Dd) and end-systolic dimension (Ds). Subjects were participated 22 members, and then the players separated by regular group (G-1:10 members) and non regular group (G-2:12 members). The cardiac dimension and aerobic power were compared between G-1 and G-2. The results were as follows:

Mean values of height in G-1 and G-2 was 173.6cm, 168.3cm, respectively, and mean values of body weight was 67.4kg, 62.4kg, so that, body structure of G-1 was significantly increase than G-2. Mean maximal oxygen intake of absolute values ($\dot{V}O_2$ max.) was 4.75 l/min in G-1, to compared with G-2 (4.45 l/min). But, $\dot{V}O_2$ max./weight of two groups were 70.5 ml/kg, 71.3ml/kg, not changed in G-1 and G-2. In case of cardiac dimension, Dd of G-1 and G-2 were 52mm, 53mm, and Ds was 36mm, 36mm, respectively.

These results of cardiac dimension and aerobic power were same values to compared with previously reported in another basketball players and professional bicyclists.

Ⅰ 緒 言

サッカーに関するこれまでの研究報告において、バイオメカニクス的研究では、キックのスピードとフォームについて³⁵⁾、ヘディングのフォームについて³³⁾、キックとヘディングのフォームについて³²⁾、パワーとボールスピードとの関係¹⁾、キックの際の関節固定の効果²⁹⁾などについて報告されている。また、サッカー選手の体力やエネルギー代謝

については、日本体育協会スポーツ医・科学研究事業報告で体力について¹⁵⁾ ³⁶⁾動作と反応時間について³⁷⁾、日本サッカー協会科学研究部が、小・中・高校生の体力²²⁾について報告している。しかし、一般にサッカーの特性を考えると、45分を一単位として合計90分にわたって走り抜く基礎的な体力は、最も重要な因子と思われる。こうした観点からすれば、サッカーの選手の心機能や全身持久性を決定する有酸素的作業能としての最大酸素摂取量($\dot{V}O_2$ max)についての検討は欠くことのできないものである。

本研究ではこうした観点から、同じサッカー部

* 筑波大学体育科学系

** 日本体力医科学研究所

*** 愛知大学教養学部

**** 東京大学教育学部

に所属しながら、全国大学サッカー選手権に出場した大学レギュラー群と、過去のサッカー経験が比較的浅い大学一年生群を対象として、超音波心エコー図法による心機能と呼吸循環系の良否をみる最大酸素摂取量から、サッカー選手の全身持久性を検討するものである。

II 方法

1. 安静時における超音波心エコー図法

安静時の心エコー図の撮影や計測法については、すでに報告^{3,7,9,13,17,21,24,30,31,34,39}されているとおりであるが、本研究では断層撮影をおこないながら、探触子からのMモードビームが心室中隔(Inter ventricular Septum)、左室内腔(Left ventricular cavity)、左室後壁(Left ventricular posterior

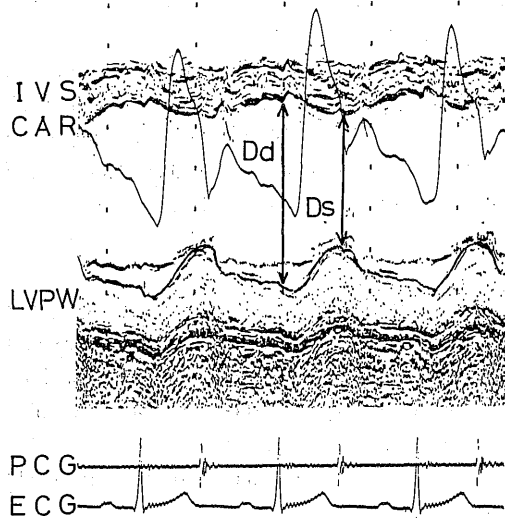


Fig 1. Cardiac dimension by echocardiogram

wall) 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。それによって、左室拡張終期径(Left ventricular end-diastolic dimension : Dd)、左室収縮終期径(Left ventricular end-systolic dimension : Ds)を計測した(図-1)。次に、左室を回転楕円体として、Pombo の式²⁶)から左室拡張終期容量(Left ventricular end-diastolic volume : LVEDV)と左室収縮終期容量(Left ventricular end-systolic volume : LVDSV)を求めた。この他、平均内周短縮速度(Mean velocity of circumference fiber shortning : mVcf)と左室駆出率(Ejection Fraction : EF)を求めた。また、上記の値から、一回拍出量(Stroke volume : SV)と心拍出量(Cardiac output : CO)等、血行動態諸標を求めた。

2. 最大酸素摂取量の測定

運動負荷試験法として、装置はトレッドミルを使用し、走速度は160m/min から1分毎に10m/min ずつ漸増する速度漸増法により実施した。また、運動は疲労困憊(exhaustion)に至るまで走運動を継続させた。酸素摂取量に関して採気はダグラスバッグ法により、呼気の分析はベックスマン社製のOM-II型(O₂)および、LB-2型(CO₂)を使用した。これにより、一分毎に摂取した酸素の最大値を $\dot{V}O_2$ maxとした。なお、心拍数(HR)は心電図法(CM5)により、呼吸数(RR)はサーミスター法によって測定した。また、酸素脈(O₂ Pulse)はO₂/HRおよび一回換気量(V_T)は \dot{V}_E/RR の式から算出した。

被検者は、健康な男子学生22名で、全員が関東大学サッカー1部リーグ戦および全国大学サッカー選手権に出場している某大学サッカー部に所属して

Table 1. Physical Characteristics of subjects

		Mean±S.D.	Range	
G-1	Age (years)	20.7±1.0	19-22	
	Ht. (cm)	173.6±6.2	165.0-184.3	P<0.01
	Wt. (kg)	67.4±6.6	57.0-81.0	P<0.01
	BSA (m ²)	1.82±0.13	1.64-2.06	
	Career (years)	10.8±2.2	7-13	P<0.01
G-2	Age (years)	18.8±7.2	18-20	
	Ht. (cm)	168.3±5.6	161.5-177.1	
	Wt. (kg)	62.4±3.3	56.0-68.0	
	BSA (m ²)	1.73±0.07	1.60-1.86	
	Career (years)	7.1±1.9	4-10	

いる者であった。レギュラーメンバー10名をGroup-1とし(19~22歳), 比較的経験の浅い大学一年生12名をGroup-2(18~20歳)とした。また, 各被検者の身体特性を表-1に示した。

III 結果

はじめに, Group-1(以下G-1)とGroup-2(以下G-2)の身体的特性(表-1)からみると, 身長は平均値でG-1が173.6 cm, G-2が168.3cmであり, 1%水準で有意にG-1が大きな値であった。体重については, G-1が67.4kg, G-2が62.4kgであり, G-1が1%水準で有意に大きな値であった。体表面積(BSA)はG-1の場合, 1.64~2.06m²で平均値は1.82m²で, 平均値は1.73m²であった。この体表面積の比較では両者間に統計的な差はなかった。サッカー歴についてみると, G-1は平均値で10.8年, G-2は7.1年で, G-1が3.7年多い経験を有し, 1%水準で有意な差を示した。

$\dot{V}O_2$ maxの結果(表-2), G-1において $\dot{V}O_2$ maxが最も小さい者は4.02l/minであり, 最も大きい者では5.58l/minと極めて高い値を示した。平均値では4.75l/minであった。体重当りの最大酸素摂取量(以下 $\dot{V}O_2$ max/weight:ml/kg)では, 平均値で70.5ml/kgを示した。最大換気量(以下 \dot{V}_E max)は, 112l/minから158l/minを示し, 平均値では137.6l/minであった。 \dot{V}_E maxを決定する因子の中で, RRはおおよそ60times/minであった。 V_T

は1900ml~3200mlの範囲にあり, 平均値では, 2412.2mlであった。 O_2 pulseは24.8ml/beatで, いずれの被検者もほぼ同じ傾向の値であった。HRmaxは, 180~210beats/minの値を示し, 平均値では192beats/minであった。

これに対してG-2の場合, $\dot{V}O_2$ maxは4.04l/min~5.06l/minの範囲であり, その多くは4.3~4.5l/minを示している。平均値では4.45l/minを示し, G-1の4.75l/minよりおよそ0.3l/minほど低い値であった。統計的には5%水準でG-1の平均値が大きいことを認めた。また, $\dot{V}O_2$ max/weightでは, 63ml/kgの者もみられるが, 平均値で71.3ml/kgであり, G-1とG-2間の平均値はほとんど同じ値であった。しかし, \dot{V}_E maxは, 100~150l/min内にあり, 平均値では125.7l/minであった。この値に対しては, G-1の値が5%水準で有意に大きな値であった。また, RRは平均値53times/minを示した。 V_T は平均値で2408mlで, この値はG-1の平均値2412mlとほとんど同じ値であった。 O_2 PulseはG-1とほぼ同値で, また, HRmaxは180~210beats/minの値を示し, 平均値では187beats/minであった。この値に対しG-1との間に統計的有意差はなかった。安静時におけるHRについては(表-3), G-1は66.0beats/min, G-2は50.8beats/minを示し, G-1は有意に高い値($P < 0.01$)であった。左室内径についてみると, D_d (表-3)はG-1が52mm, G-2が53mmではほぼ等しい値を示し, 有

Table 2. Maximal oxygen intake and cardiorespiratory measurements of G-1 and G-2

		Mean ± S.D.	Range	
G-1	$\dot{V}O_2$ max (l/min)	4.75 ± 0.42	4.02-5.58	P < 0.05
	$\dot{V}O_2$ max (ml/kg)	70.5 ± 5.38	59.8-80.9	
	\dot{V}_E max (l/min)	137.6 ± 12.9	12.0-158.4	P < 0.05
	RR (times/min)	60 ± 7.8	42-72	
	V_T (ml/freq.)	2412.2 ± 432.8	1906.4-3245.3	
	O_2 P max (ml/beat)	24.8 ± 2.04	22.3-29.1	
	HR max (beats/min)	192 ± 8.1	180-210	
G-2	$\dot{V}O_2$ max (l/min)	4.45 ± 0.26	4.04-5.06	
	$\dot{V}O_2$ max (ml/kg)	71.3 ± 3.62	63.1-78.4	
	\dot{V}_E max (l/min)	125.7 ± 11.4	104.7-152.6	
	RR (times/min)	53 ± 5.5	47-67	
	V_T (ml/freq.)	2408.2 ± 247.1	1975.5-2992.0	
	O_2 P max (ml/beat)	23.6 ± 1.73	21.4-27.2	
	HR max (beats/min)	187 ± 8.7	180-210	

Table 3. Echocardiographic measurements data of G-1 and G-2

		Mean±S.D.	Range	
G-1	D _d	(mm)	52±5.4	45-66
	D _d index	(mm /m ²)	28.8±0.43	24-40
	D _s	(mm)	36±6.4	29-53
	EF	(%)	64.3±7.96	46.7-71.1
	mV _{cr}	(circ./sec)	1.06±0.255	0.62-1.40
	CO	(l/min)	6.5±0.8	5.2-7.8
	SV	(ml/beat)	100.5±18.49	67.3-131.7
	HR	(beats/min)	66±12.9	42-62
G-2	D _d	(mm)	53±2.3	48-56
	D _d index	(mm /m ²)	30.9±2.22	27-34
	D _s	(mm)	36±4.2	27-44
	EF	(%)	66.4±7.17	50.1-80.4
	mV _{cr}	(circ./sec)	1.03±0.183	0.75-1.35
	CO	(l/min)	5.6±1.15	4.0-8.0
	SV	(ml/beat)	110.5±18.23	86.0-148.6
	HR	(beats/min)	51±7.5	42-64

P < 0.01

意差はなかった。同様にD_sの場合もG-1が36mm, G-2が36mmと同値でD_dの場合と同様に有意差はなかった。EFにおいてもG-1では64%, G-2は66%とともに変化はなかった。mV_{cr}はG-1が1.1circ./secで, G-2は1.0circ./secであり, 上述した他の項目と同様, 統計的に有意差はなかった。SVをみると, G-1は100ml/beat, G-2では111ml/beatで, G-2の値がG-1の値よりわずかに大きい傾向を示した。しかし, 統計的有意差はなかった。また, COはG-1においては6.5l/min, G-2では5.6l/minを示し, G-1にやや増加傾向がみられたが, 統計的に有意差はなかった。

IV 論 義

まずはじめに, スポーツ選手の $\dot{V}O_2$ max値について比較していきたい。 $\dot{V}O_2$ max/weightはG-1が70.5ml/kg, G-2が71.0ml/kgとほとんど同値であった。これらの値に対し, これまでの我国および国外の報告とを比較検討すると, 黒田たち¹⁴⁾は, 日本人の一流選手の $\dot{V}O_2$ maxをみているが, カヌー選手(20~30歳:7名)の平均値は60.1ml/kg, 水泳選手(17~25歳:7名)は60.9ml/kg, スキー複合選手(17~23歳:12名)では65.4ml/kg, スキー距離競技選手(18~24歳:17名)では70.9ml/kgと報告している。また, 日本人マラソン一流選手(10名)の測定結果では, $\dot{V}O_2$ max/kgは76~83ml/kgの範囲にあり, 平均では77ml/kgと報告している。黒田たち¹⁶⁾はさらに, 陸上競技中・長距離走の呼吸循環機能に

関する研究において, 一流選手(7名)の $\dot{V}O_2$ maxは71~76ml/kgであったことを述べている。山地, 宮下たち¹¹⁾は, 大学の中・長距離走選手(18~25歳)は69~71ml/kgであったことをみている。国外の報告では, Vihko³⁸⁾はバイアスロン選手(3名)の $\dot{V}O_2$ max/kgは68~78ml/kgと述べている。SaltinとÅstrandたち²⁸⁾の報告によれば, スキー(クロスカントリー)選手は80ml/kg以上を示し, その他, 陸上走選手(3000m), スピードスケート, オリエンテーリング, 陸上走選手(800~1500m), 自転車競技選手, バイアスロン選手, 競歩選手, カヌー選手等が70~80ml/kgの範囲であったことをみている。また, Ekblomたち⁵⁾は, 一流の全身持久性競技選手の $\dot{V}O_2$ maxは, 平均値で74.6ml/kgと報告している。

以上の結果からみれば, 本研究でみられた $\dot{V}O_2$ maxは被検者が大学サッカー選手のレギュラー群と大学一年生群とであったが, それらの値は陸上中距離選手の値とほぼ等しく, 全身持久性にすぐれていると考えられる。特に重要なことは, 大学一年生でありながらもすでに70ml/kgとレギュラー選手と同等のレベルに到達していることであり, このことはサッカー選手の持久力向上を考える上で, 高校時代における指導のあり方が特に重要なものとなろう。

以上のような $\dot{V}O_2$ maxの結果を, 左室内腔のdimensionの面から検討していきたい。 $\dot{V}O_2$ maxの重要な決定因子としては, 心拍出量があげられ

るが、これは心拍数と一回拍出量の因子によって決定される。両因子の中でも一回拍出量の因子は大きいものである。従って、左室拡張終期径を指標として検討することは意義あるものと考えられる。本研究の結果においては、 D_d はG-1で52mm、G-2で53mmとほぼ同じ値であり、 D_s はいずれも36mmと両グループ間では全く同値であった。また、安静時における一回拍出量はG-1で101ml、G-2が100mlと同じ程度の値であり、COはG-1で6.5l/min、G-2で5.6l/minを示し、若干の相違はあるもの統計的有意差はなく、ほぼ同じ値であった。スポーツ選手を対象とした超音波心エコー図法による報告は、現在まで必ずしも多くはないが、これまでの報告から比較検討してみると、Morganroth et al.¹⁹⁾によれば、一流の大学水泳選手、陸上(走)選手を測定した結果、 D_d はともに50~60mmにあることが報告されている。また、Roeske et al.²⁷⁾は年齢21~31歳までの42名の現役のプロバスケットボール男子選手を対象として研究しているが、それらの結果 D_d は平均値で54mm、 D_s は32mmと本研究の場合とほとんど同じ値を報告している。また、Nishimura et al.²³⁾によれば、60名のプロ自転車競技選手の D_d を測定し、それを20~29歳、30~39歳、40~49歳に分類し、加齢の影響からも検討している。その報告によれば、20歳では D_d は55mm、 D_s は36mm、30歳では D_d は56mm、 D_s は38mm、40歳では D_d は54mm、 D_s は37mmであったと報告している。Gilbert et al.⁸⁾によれば、全身持久性競技選手における左室内径について、 D_d は50(42~49)±10mmであったと報告している。更に、Parker et al.²⁵⁾によれば、陸上長距離選手12名の結果から D_d は57(50~63)±4mm、 D_s は34(30~37)±3mmであったと報告している。以上の結果からみれば、大学サッカー選手の左室内径はプロバスケットボール選手やプロ自転車競技選手とほぼ同値であり、また、陸上長距離選手と比較しても同じか、またはごくわずかに小さい程度である。これは、スポーツ選手の D_d が同年代の健常対照群よりも大きいというこれまでの報告からみて、おそらく一回拍出量が多いことが考えられる。すなわち、これが $\dot{V}O_2 \max$ の高いレベルを実現できる証左となろう。

次に青年期における全身持久性トレーニング効果の面から検討していきたい。有酸素的作業能を示す $\dot{V}O_2 \max/\text{kg}$ 、また、左室内径としての D_d 、 D_s

および、その他の血行動態諸標も、G-1、G-2の両者間に有意な差はなかった。すなわち、全身持久性や左室内径の大きさからみれば、レギュラー選手群と一年生選手群とは全く相違のないことを示している。言いかえれば、13~18歳へかけての中学・高校時代におけるトレーニングの効果は、スポーツ選手の場合かなりのレベルまで高められていることが推察される。こうした $\dot{V}O_2 \max$ の変化に関して、今日一般健康成人男子を対象としての全身持久性トレーニング効果の面から検討してみると、伊藤たち¹²⁾は、一般大学生(20歳、5名)を対象として、6週間のトレーニングで16%の増加をみている。また、猪飼、芳賀たち¹¹⁾は、一般成人男子(23~31歳)で11%、宮下、芳賀たち¹⁸⁾は青年男子で11%、さらに石河たち¹¹⁾は10%の増加、浅見たち²⁾は14%の増加をみている。こうした結果からみれば、一般健康成人(男子)を対象とした場合、 $\dot{V}O_2 \max$ の60~90%の強度の負荷では増加率は10~16%の範囲であることが報告されている。また、それらはトレーニング期間を3~6ヶ月として効果を検討している。また、スポーツ選手を対象として村瀬たち²⁰⁾は、発育期における全身持久性トレーニング効果の継続的研究を、ジュニア陸上競技優秀選手の有酸素的作業能から検討している。それによれば、被検者の平均値から概ねの値をみると、14~15歳では $\dot{V}O_2 \max/\text{weight}$ は65ml/kgを示しており、トレーニング効果が早く出現した者では一年後(高校2年生程度)に70ml/kg(7%)へと増大している。また、おそい者では二年後(高校3年生程度)に71ml/kg(8%)へと増大している。いずれにしても、学校やクラブ活動でほぼ毎日全身的な運動を継続する場合、一般人の場合と違い強度、頻度、期間という条件の相違、あるいは、発育期にあること、または、スポーツを特に好むという動機づけの面から、かなりの効果が生ずることが推察される。すなわち、高校生の場合、先に石河たち¹¹⁾が述べた一般成人のトレーニング効果に関する上限のレベルを、はるかに越えやすいものとなることが考えられる。また、全身持久性トレーニングが左室内径におよぼす影響の面からみると、Frickたち⁶⁾によれば、18~19歳の青年男子20名を用い、2ヶ月間トレーニングさせた結果、 $\dot{V}O_2 \max$ は増大するが、心エコー図よりみた左室内径に変化はないとしている。しかし、Ehsaniたち⁹⁾によれば、17~19歳の大学の水泳選手8名を対象にして、9週間

毎日トレーニングさせた結果、 $\dot{V}O_2 \max$ は52.2ml/kgと有意な増加を示し、 D_s および一回拍出量にも有意な増大を報告している。また、De Mariaたち³⁾は、20~34歳(平均26歳)の者を対象として、11週間、週4回トレーニングさせた結果、 D_d の増大、 D_s の減少、一回拍出量の増大を同様にみている。従って、トレーニングが比較的長期間であり、また頻度が多い場合は左室内径におよぼす影響は大きいものと推察される。そして、このような研究報告によるトレーニング期間以上に10年間ほぼ毎日トレーニングを経験してきた本研究の被検者の値は、トレーニング効果が十分に反映し、一流選手のものと同じレベルを示したものであろう。こうしたことを考えれば、 $\dot{V}O_2 \max$ の場合と同様に、発育期であることやトレーニング条件の相違などが左室内径に多大に関与しているものと推察される。

次に、本研究におけるG-1とG-2との比較に関して残された点を検討したい。本研究の結果、G-1がG-2に対して有意差を示したのは、身長、体重、経験年数、 $\dot{V}O_2 \max$ であった。すなわち、こうした点からみれば、 $\dot{V}O_2 \max/\text{weight}$ や左室内径には差はないが、スポーツ選手として形態的に大きいことがレギュラーの特徴としてあげられよう。形態面で大きいことが攻撃・防禦の連継の中で有利に展開しやすいものと推察される。そして、 $\dot{V}O_2 \max$ の絶対値が高いことは、形態の大きさによるものである。従って、大学サッカー選手のレギュラーとそうでない者との差は、こうした一面が関与すると思われる。

V 結 語

1. 関東大学サッカーリーグ・一部リーグ戦および全国大学サッカー選手権に出場している某大学サッカー部に所属する大学生を対象として、超音波心エコー図法による左室内径および血行動態諸標と $\dot{V}O_2 \max$ の測定により、全身持久性を検討した。

2. 被検者は、レギュラーメンバー10名(G-1)と大学一年生のメンバー12名(G-2)であった。

3. G-1とG-2の身体的特性をみると、G-1の身長は173.6cm、体重は67.4kgであり、G-2は身長168.3cm、体重62.4kgで、G-1はG-2に対し形態的に大きいことを示した。これらの値は各々1%水準で有意に高い値を示した。

4. G-1とG-2の運動経歴は、各々10.8年、7.1年でG-1の運動経歴はG-2に対し、1%水準で有意であった。

5. $\dot{V}O_2 \max$ の絶対値の比較は、G-1が4.75l/min、G-2は4.45l/minでG-1は0.3 l/minほど高い値であった。これは、5%水準でG-1が大きいことを示した。

6. しかし、 $\dot{V}O_2 \max/\text{weight}$ でみると、それらの値はG-1が70.5ml/kgで、G-2は71.3ml/kgとほとんど同じ値を示した。従って、 $\dot{V}O_2 \max$ の絶対値の相違は、形態面の大小の差によるものと思われる。また、これらの $\dot{V}O_2 \max/\text{weight}$ の値は全身持久性を必要とする一流スポーツ選手とほぼ同値であった。

7. また、 $\dot{V}_E \max$ 、RR、 V_T 、 $O_2 \text{ Pulse}$ 、HR maxの値でG-1とG-2ではほとんど変化はなかった。

8. 左室内径をみると、 D_d はG-1が52mm、G-2が53mmとほぼ同じ値であり、また、 D_s においてもG-1、G-2がいずれも36mmを示し、まったく変化はなかった。これらの値は一流バスケットボール選手やプロ自転車競技選手とほぼ同じ値であった。

9. その他、EF、 mV_{cf} 、SV、CO等の値では、G-1とG-2はほぼ同じで統計的有意差はなかった。

引 用 文 献

- 1) 浅見俊雄、戸莉晴彦：サッカーのキックに関する研究、体育学研究12 (4): 267~272, 1968.
- 2) 浅見俊雄、山本恵三、広田公一：全身持久性のトレーニング処方に関する研究 (1) 頻度の違いによるトレーニング効果について、体育科学, 1: 35~40, 1973.
- 3) De Maria A.N., Neuman A., Lee G., Fowler W. and Mason D.T.: Alterations in Ventricular Mass and Performance Induced by Exercise Training in Man Evaluated by Echocardiography, *Circulation*, 57 (2): 237~244, 1978.
- 4) Ehsani A.A., Hagberg J.M. and Heckson R.C.: Rappid Changes in Left Ventricular Dimensions and Mass in Response to Physical Conditioning and Deconditioning, *Amer. J. Cardiol.*, 42: 52~56, 1978.
- 5) Ekblom B. and L. Hermansen: Cardiac output in Athletes; *J. Appl. Physiol.* 25 (5): 619-

- 625, 1968.
- 6) Frick M. H., Sjogren A.-L., Perasalo J. and Pajunen S. : Cardiovascular dimensions and moderate physical training in young men, *J. Appl. Physiol.*, 29 (4): 452~455, 1970.
 - 7) 藤井諄一, 渡辺 熙, 小山晋太郎, 加藤和三: 心エコー図法による左室拡張期動態の検討, 10 (10): 1011~1020, 1978.
 - 8) Gilbert C. A., D. O. Nutter, J. M. Felner, J. V. Perkins, S. B. Heymsfeld and R. C. Schlant: Echocardiographic Study of Cardiac Dimensions and Function in the Endurance-Trained Athlete, *Amer. J. Cardio.*, 40: 528~533, 1977.
 - 9) Huhta C., J.F. Smallhorn, F.J. Macartnely, R. Handerson, M.D. Leval: Cross sectional echocardiographic diagnosis of systemic venous return, *British Heart J.*: 388~403, 1982.
 - 10) 猪飼道夫, 福永哲夫, 芳賀脩光: 心拍量からみた70% $\dot{V}O_2$ max強度による持久性トレーニング効果の検討, *体育科学*, 1: 67~72, 1973.
 - 11) 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.
 - 12) 伊藤 朗, 河北尚夫, 岩田 惇, 岩本圭史: 全身持久性トレーニングのための運動処方に関する生化学的研究, *体育科学*, 1: 47~57, 1973.
 - 13) 小泉 真: 運動負荷心エコー図法による虚血, 心の左室壁動態と左真機能評価法, *脈管学* 22 (3): 159~175, 1982.
 - 14) 黒田善雄, 加賀谷熙彦, 塚越克己, 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.
 - 15) 黒田善雄, 伊藤静夫, 塚越克己, 雨宮輝也, 鈴木洋児: 環境湿度と持久性運動に関する研究, 第2報, 運動強度と体温変化について, 日本体育協会スポーツ科学研究報告: 11~17, 1974.
 - 16) 黒田善雄, 雨宮輝也, 塚越克己, 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.
 - 17) 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.
 - 18) 宮下充正, 芳賀脩光, 水田拓道, 福永哲夫: 青年にみられる有酸素的作業能の改善, *体育科学*, 2: 161~166, 1974.
 - 19) Morganroth J., B. J. Maron, W. L. Heury and S.E. Epstein: Comparative Left Ventricular Dimensions in Trained Athletes, *Ann. Inter. Med.*, 82: 521~524, 1975.
 - 20) 村瀬 豊, 亀井貞次, 小林寛道, 松井秀治: 発育期における持久力トレーニング効果の縦断的研究 ジュニア陸上優秀選手の Aerobic Power, *体力科学*, 28: 271~279P 1979.
 - 21) 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.
 - 22) 日本サッカー協会科学研究部: 昭和54年度ヤングフットボーラーに関する調査報告書: 1~8, 9~16, 17~28, 116~126, 1979.
 - 23) Nishimura T., Y. Yamada and C. Kawai: Echocardiographic Evaluation of Long-term Effects of Exercise on Left Ventricular Hypertrophy and Function in Professional Bicyclists, *Circulation*, 61 (4): 832~840, 1980.
 - 24) 尾本良三, 横手祐二: 心エコー図の原理と検査の実際, *臨床医* 5 (2): 59~65, 1979.
 - 25) Perker B. M., Londer B. R., Cupp G. V. and Dubiel J. P. : The Noninvasive Cardiac Evaluation of Long-Distance Runners, *CHEST.*: 73 (3): 376~381, 1978.
 - 26) Pombo J. F. Troy BL, Russel RO: Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography, *Circulation*, 43: 480, 1971.
 - 27) 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.
 - 28) Saltin B. and Rer-Olof Åstrand: Maximal oxygen uptake in athletes, *J. Appl. Physiol.*, 23 (3): 353~358, 1967.
 - 29) 渋谷侃二: ボールキックの際の関節固定の効果, 東京教育大学体育学部スポーツ研究所報11: 81~83, 1973.
 - 30) 杉下靖郎: 運動負荷と心エコー図—動的運動負荷心エコー図法—, *臨床医* 5 (3): 91~95, 1979.
 - 31) 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* NO. 2891: 2~11, 1979.
 - 32) 竹腰重丸, 佐々木明男: サッカーにおけるトレーニング体系 (その一) キックとヘディングのフォームについて, *芝浦工業大学紀要* 5: 83~88, 1968.
 - 33) 田中純二, 高橋亮三, 川合武司: サッカーの基礎技術に関する研究, 特にヘディングのフォームについて, *順天堂大学体育学部紀要* 8: 34~47,

- 1966.
- 34) 田中久米夫, 吉川純一, 加藤 洋, 大脇 嶺: 心エコー図による心内容積の測定, 呼吸と循環23(10): 29~39, 1975.
- 35) 戸荻晴彦: キックのスピードとフォームについての研究, 東京大学教育学部体育学紀要5: 5~12, 1970.
- 36) 戸荻晴彦, 浅見俊雄, 小宮喜久, 田代力也, 菊池武道, 大串哲朗, 大橋二郎, 高橋孝太郎, 岩村英吉, 堀口正弘, 磯川正教, 田中佳孝, 杉山 進, 赤井岩男, 富岡義雄, 深倉和明, 掛水 隆: サッカー選手の体力と体力基準の作成, 昭和52年度日本体育協会スポーツ医・科学調査研究事業報告NO.2, 競技種目別体力トレーニング処方に関する研究, 第一報: 49~60, 1977.
- 37) 戸荻晴彦, 磯川正教, 大橋二郎, 掛水 隆, 大串哲朗, 瀧井敏郎, 松原 裕: サッカー選手のパワーをとこなう動作と反応時間について, 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, NO. II 競技種目別競技力向上に関する研究5: 263~268, 1981.
- 38) Vihko V., P.J. Sarviharju, M. Havu, Y. Hirsimaki, A.Salminen, P. Rahkila and A. U. Arstila, Selected skeletal muscle variables and aerobic power in trained and untrained men, J. Sports Med., 15: 296~304, 1975.
- 39) 山口 徹: 心エコー図の正常波形と計測法, 臨床医 5 (2): 67~73, 1979
- 40) 山地啓司, 宮下充正: 3年間の全身持久性トレーニングが陸上中・長距離選手の呼吸・循環機能に及ぼす影響, 体育学研究 21 (4): 181~189, 1976.