

大学サッカー選手の身体組成と有酸素性能力

平田 敏彦 ・ 後藤 清志
*清水 正典

Body Composition and Cardiorespiratory Fitness in University Soccer Players

Toshihiko HIRATA, Kiyoshi GOTHO, Masanori SHIMIZU

Abstract

This study investigated body composition and cardiorespiratory fitness in 15 University soccer players. Body composition was measured using a dual energy X-ray absorptiometry. Ramp exercise test using a bicycle ergometer was used as exercise loading test. VT, VCP and $\dot{V}O_{2max}$ were determined as parameters of cardiorespiratory fitness.

The following means were record : lean body mass (LBM), 51.4kg; percentage body fat (%FAT) ,14.3%; ventilatory threshold (VT) ,25.2ml/kg/min; ventilatory compensation point (VCP), 42.3ml/kg/min; maximum oxygen uptake ($\dot{V}O_{2max}$), 53.5ml/kg/min; Results for % FAT, VT, VCP and $\dot{V}O_{2max}$ were compared with values found in other soccer players and runners at various levels.

In summery, Body composition (%FAT and LBM) and cardiorespiratory fitness ($\dot{V}O_{2max}$, VT and VCP) of University soccer players was low level than distance runner. However, University soccer players was showed high level of % $\dot{V}O_2$ at VCP.

Key Words : University soccer players, body composition, Cardiorespiratory fitness.

はじめに

今日まで人間の身体運動におけるエネルギー供給能力は、生理学的に無酸素的と有酸素的に大別され種々の測定がなされてきた。中でもスポーツ選手の場合には競技の特性から短時間内に高い運動強度で行える運動能力を、また反対に低い運動強度で長時間にわたり行える運動能力を測定してそれぞれを無酸素性能力と有酸素性能力として体力的な評価を行っている。これまでのスポーツ選手の有酸素性能力の評価は多くが最大酸素摂取量^{1,6,8,13,19,22,23)} (Maximal oxygen uptake : $\dot{V}O_{2max}$) を用いておこなってきたが、しかしトップアスリートにおいてはパフォーマンスの向上にもかかわらず $\dot{V}O_{2max}$ の増加がないとする報告^{3,4)}もあり、近年、 $\dot{V}O_{2max}$ に加えて有酸素能力の新たな指標として乳酸性閾^{8,10,18,19)}

* 吉備国際大学

($\dot{V}O_2$ at ventilation threshold : VT)や呼吸性代償点^{11,13,19,23,24)}($\dot{V}O_2$ at ventilatory compensation point : VCP)を検討するようになってきた。

サッカー競技はパス、キック、タックル、ヘディング等の運動動作を試合中に織り混ぜて、休息を入れ前半と後半との運動時間から成立している競技である。このような競技の特性からサッカー選手の体力は、これまで有酸素性能力の高いことが望まれてきた^{1,23)}。また効率的に有酸素性能力を発揮するためには、多くの筋肉量(LBM)と体脂肪量(FAT)の少ない身体組成が必要である。これまでにサッカー選手を対象にして最大酸素摂取量を評価した研究^{7,9,11,12,14,15,20,22)}は、多く見られるもののVTやVCPさらには身体各部の筋量(P-LBM)や体脂肪率(P-%FAT)を検討した報告はあまりみられない。そこで本研究は望ましいトレーニング方法の基礎資料を得ることを目的として大学サッカー選手を対象に身体組成と有酸素性能力をポジション別の差異を含めながら大学陸上競技選手と比較検討した。

研究方法

1. 被検者

本研究の被検者は、過去3年間以上にわたってサッカーおよび陸上競技専門のトレーニングを行ってきた大学のクラブ部に所属する男子サッカー選手15名と陸上競技選手18名である。どちらの種目においても過去に高等学校選手権大会や国民体育大会に出場した選手が含まれている。サッカーの被検者は、フォワード(FW)3名、ミッドフィルダー(MF)5名、ディフェンダー(DF)5名、ゴールキーパー(GK)2名である。陸上競技の被検者は短距離選手(SR)5名、中距離選手(MR)3名、長距離選手(LR)10名である。サッカー選手および陸上競技選手の身体特性を表1に示した。

Table 1. Physical characteristics of subjects.

Position	Numbers	Age (ye)	Height (cm)	Weight (kg)	LBM (kg)	%FAT (%)
Soccer players						
All members	15	19.5±0.7	171.6±4.5	63.4±3.4	51.4±4.8	14.3±4.5
Forward players	3	19.7±0.9	168.0±4.1	61.3±2.6	48.1±2.7	19.8±2.2
Midfielder players	5	19.4±0.5	171.7±4.4	63.4±3.7	52.5±5.4	11.9±3.3
Defender players	5	19.2±0.4	171.7±3.6	63.6±3.8	53.7±2.2	13.2±4.5
Goalkeeper players	2	20.5±0.5	177.0±0.1	66.0±1.0	51.6±4.8	17.5±1.9
Runners						
Sprint runners	5	19.6±0.8	175.2±7.8	59.6±6.1	55.2±5.1	10.2±0.6
Middledistance runners	3	20.0±1.0	173.0±3.0	58.0±1.0	52.5±0.6	9.5±0.6
Longdistance runners	10	18.5±1.1	170.1±4.4	56.7±2.9	48.1±3.0	7.8±0.9

※P<0.05

2. 身体組成の測定

身体組成の測定はDXA法に基づくX線骨密度測定装置^{2,26)}(DPX,米国ヘラクレス社)を用いて測定した。得られた測定結果は腕部、脚部、体幹、全身の除脂肪体重(LBM)、脂肪量(FAT)、体重に対する脂肪量の割合(%FAT)、被検者の頭部、腕部、脚部、体幹、肋骨、骨盤、脊柱、全身の骨密度値(Bone mineral density ;BMD)および骨塩量(Bone Mineral contents ;BMC)であった。

3. 最大運動負荷テスト

全被検者に最大運動負荷試験を実施し VT 、 VCP 、 $\dot{V}O_{2max}$ を判定した。最大負荷試験の前に全被検者に安静時心電図を測定し異常のないことを確認した。運動負荷方法は日本光電社製の自転車エルゴメータを用いて、4分間の無負荷のペタリング後にランプ負荷法により負荷漸増運動を行った。ペダルの回転速度はリズムパルスを用いて毎分60回転とし、負荷漸増率は20watts/minとした。運動中の肺換気動態の測定はSensorMedics社製 MMC4400tcを用いてbreath by breath法でおこなった。呼気ガスデータは15秒毎に積算し、さらに1分間値に換算し表示した。運動中の心拍数(HR)は胸部双極誘導法で導出し連続的にモニターを行った。 VT 、 VCP 、 $\dot{V}O_{2max}$ の判定は以下の基準で行った。

1) 換気性閾値 (VT) の判定

VTはWasserman²¹⁾らの概念に基づき判定した。すなわち二酸化炭素換気当量 (VE/VCO_2)の変化をとみなさない酸素換気当量 ($VE/\dot{V}O_2$) の上昇、呼気終末二酸化炭素分圧 ($PETCO_2$) の変化をとみなさない呼気終末酸素分圧 ($PETO_2$)の上昇、酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$)に対する換気量 (VE)、または二酸化炭素排出量(VCO_2)の急激な上昇などが観察された時点を総合的に判断しVT出現時間とした。

2) 呼吸性代償点 (VCP)の判定

VCP^{6,21,24)}は等炭酸性緩衝(Isocapnic buffering) の終了点と考えられる VE/VCO_2 の急激な上昇点または $PETO_2$ の上昇をとみなう $PETCO_2$ の低下の開始点が観察された時点をVCP 出現時間とした。

3) 最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) の判定

$\dot{V}O_{2max}$ の判定²²⁾は被検者を運動負荷試験でペダルの回転速度が毎分60回転のリズムに合わなくなるまで(疲労困憊状態)追い込むとともに、漸増した $\dot{V}O_2$ がレベルリングオフに達し、また呼吸商が1.5以上である時を $\dot{V}O_{2max}$ とし、この時のHRを最大心拍数 (HRmax)とした。

4) 統計処理

測定結果は平均値±標準偏差値として示した。各グループ間の比較はtテストを用い有意水準5%をもって統計的に有意とした。

結果

サッカー全選手群とポジション群別および陸上競技各種目群の除脂肪体重(LBM) と体脂肪率(%FAT)を表1に示した。サッカー全選手群LBMは、 51.4 ± 4.8 kgをポジション群別では、DFが最も高く 53.7 ± 2.2 kgを示した。また、サッカー全選手群の%FATは 14.3 ± 4.5 %を示し、ポジション群別ではMFが 11.9 ± 3.3 %の最も低い値を示し、反対にFWが 19.8 ± 2.2 %の最も高い値を示した。MFとFWとの間に有意 ($p < 0.05$) な差がみられた。陸上競技各種目群のLBMは48.1kgから55.2kgの範囲にあった。陸上競技の各種目群の%Fatは長距離選手の 7.8 ± 0.9 %が最も低い値であった。

図1はサッカー全選手と陸上競技選手との身長とLBM および%FATとの関係を示したものである。身長とLBMの関係を見ると、陸上競技全選手群は身長が高くなるにともないLBMも増大し、両者の間に有意な相関関係($r=0.678, p < 0.05$)がみられたが、サッカー選手群にはその傾向がみられなかつ

た。一方、身長と%FATとの間には、サッカー選手群、陸上競技選手群はともに明らかな傾向はみられなかった。

表2はサッカー選手のポジション群別の身体各部のP-LBMとP-%FATについて示したものである。サッカー選手の各ポジション群別のP-LBMは体幹、脚部、腕部の順に高い値を示した。また各ポジション群別のP-%FATはGKを除き体幹、腕部、脚部の順に低い値を示した。FWの腕部と脚部は他ポジション群に比較してそれぞれ $21.1 \pm 1.7\%$ 、 $21.6 \pm 2.7\%$ の高い値を示した。またMFとの間に有意 ($p < 0.05$) な差がみられた。

表3はサッカー全選手群とポジション群別、陸上競技各種目群のVT、VCPおよび $\dot{V}O_{2max}$ とそれぞれの心拍数 (Heart rate :HR) の平均値と標準偏差値を示したものである。サッカー全選手群のVTは $25.2 \pm 4.4 \text{ ml/kg/min}$ を示し、その時のHRは 126.9 ± 10.5 拍/分であった。各ポジション別群のVTはGKが $27.3 \pm 0.4 \text{ l/kg/min}$ と最も高く、その時のHRは 114.0 ± 3.0 拍/分であった。

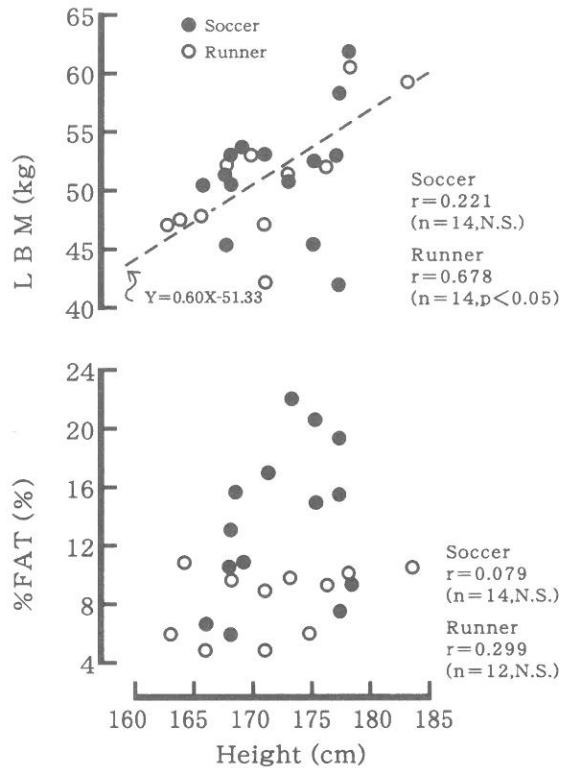


Fig 1. Relationships between height and LBM, %FAT.

Table 2. LBM and %FAT of arm, legs, trunk on soccer players.

	FW	MF	DF	GK
L B M (k g)				
A r m s	4.95 ± 0.05	5.32 ± 0.63	5.39 ± 0.36	5.30 ± 0.41
L e g s	18.10 ± 1.14	19.93 ± 2.49	19.71 ± 1.43	19.69 ± 1.03
T r u n k	21.24 ± 1.24	23.32 ± 2.47	24.57 ± 1.17	21.48 ± 1.61
% F A T (%)		※		
A r m s	21.1 ± 1.7	※ 12.0 ± 3.9	12.5 ± 4.9	18.9 ± 2.1
L e g s	21.6 ± 2.7	13.1 ± 3.3	15.0 ± 4.8	18.7 ± 1.6
T r u n k	17.3 ± 1.9	10.3 ± 3.1	11.2 ± 4.1	15.2 ± 2.4

FW:Forward players, MF:Midfielder players, DF:Defender players, GK:Goalkeeper players
 ※ $P < 0.05$

サッカー全選手群のVCPは 42.3 ± 5.1 を示し、その時のHRは 163.8 ± 7.5 拍/分であった。各ポジション群別のでVCPはGKが $46.2 \pm 4.9 \text{ ml/kg/min}$ で最も高く、その時のHRは 163.5 ± 4.5 拍/分であった。サッカー全選手群の $\dot{V}O_{2max}$ は 53.5 ± 3.8 を示し、その時のHRは 180.3 ± 4.1 拍/分であった。各ポジション群別の $\dot{V}O_{2max}$ はFWが $55.1 \pm 4.8 \text{ ml/kg/min}$ で最も高く、その時のHRは 178.8 ± 4.4 拍/分であ

った。陸上競技選手のVT、VCP時の $\dot{V}O_2$ 、および $\dot{V}O_{2max}$ は、すべて長距離選手群が $34.1 \pm 4.3 \text{ ml/kg/min}$ 、 $55.4 \pm 9.4 \text{ ml/kg/min}$ 、 $66.8 \pm 6.1 \text{ ml/kg/min}$ の高い値を示した。またその時のHRはそれぞれ 128.3 ± 11.0 拍/分、 169.2 ± 5.9 拍/分、 176.1 ± 6.8 拍/分であった。

Table 3. Physiological characteristics of soccer players (position) and runners.

Position	$\dot{V}O_2@VT$ (ml/kg/min)	HR@vt (beats/min)	$\dot{V}O_2@VCP$ (ml/kg/min)	HR ₂ @VCP (beats/min)	$\dot{V}O_{2max}$ (ml/kg/min)	HR@VT (beats/min)
Soccer players						
All	25.2 ± 4.4	126.9 ± 10.5	42.3 ± 5.1	163.8 ± 7.5	53.5 ± 3.8	180.3 ± 4.1
FW	23.0 ± 9.9	118.0 ± 7.1	39.5 ± 5.2	159.7 ± 7.0	55.1 ± 4.8	178.8 ± 4.4
MF	26.3 ± 4.5	135.6 ± 4.4	42.3 ± 4.4	164.6 ± 6.0	52.5 ± 4.3	178.8 ± 7.0
DF	24.6 ± 4.4	128.6 ± 9.3	42.5 ± 4.6	160.8 ± 13.4	53.7 ± 2.0	178.8 ± 7.0
GK	27.3 ± 0.4	114.0 ± 3.0	46.2 ± 4.9	163.5 ± 4.5	53.5 ± 3.7	172.0 ± 2.0
Runners						
SR	25.2 ± 2.5	122.6 ± 6.3	48.7 ± 12.4	164.2 ± 12.7	57.4 ± 5.6	178.5 ± 9.1
MR	25.5 ± 3.3	132.0 ± 3.0	51.0 ± 0.3	175.5 ± 13.5	58.1 ± 0.1	194.0 ± 1.0
LR	34.1 ± 4.3	128.3 ± 11.0	55.4 ± 9.4	169.2 ± 5.9	66.8 ± 6.1	176.1 ± 6.8

図2はサッカー選手のポジション群別の各選手のHRと酸素摂取水準($\% \dot{V}O_{2max}$)の関係式を示したものである。図にみられるように全選手ともに $\dot{V}O_2$ はHRの増加にともなって直線的に増加する傾向がみられ両者間に有意な正の相関関係が得られた。

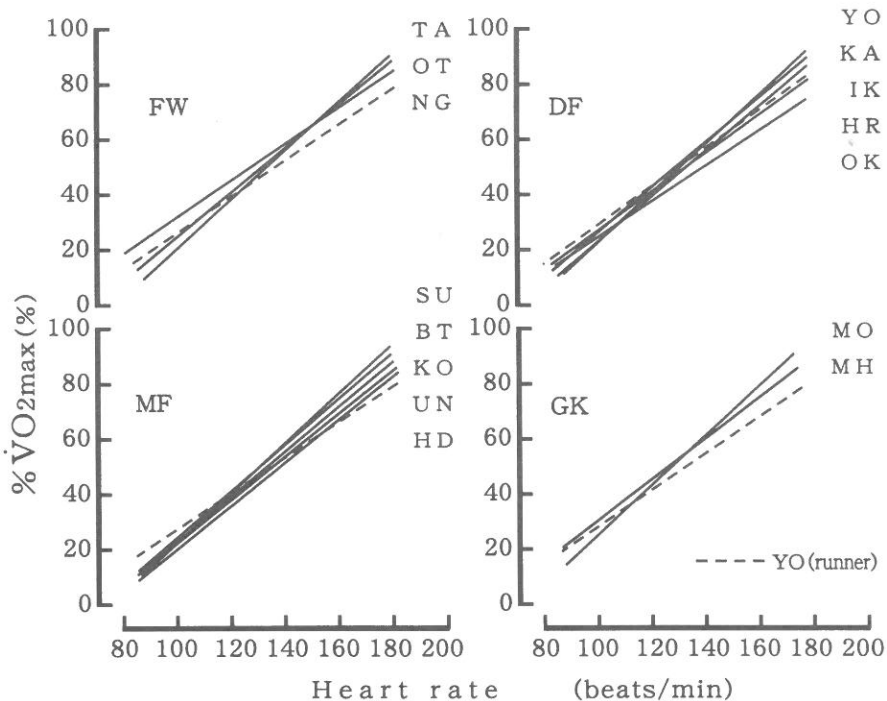


Fig 2. Relationships between heart rate and $\dot{V}O_{2max}$ on soccer positions.

図3はサッカー選手のポジション別群のそれぞれのVTおよびVCPの時の $\dot{V}O_2$ を $\dot{V}O_{2max}$ に対する割合を% ($\%VT@ \dot{V}O_{2max}$ 、 $\%VCP@ \dot{V}O_{2max}$)で示し比較したものである。 $\%VT@ \dot{V}O_{2max}$ はGKが $51.3 \pm 2.8\%$ で最も高い値を示し、FWが $41.6 \pm 7.6\%$ で最も低い値を示した。各群間には有意な差はみられなかった。 $\%VCP@ \dot{V}O_{2max}$ ではGKが $86.2 \pm 3.2\%$ で最も高い値をFWが $71.3 \pm 7.5\%$ で最も低い値を示した。各群間には有意な差はみられなかった。

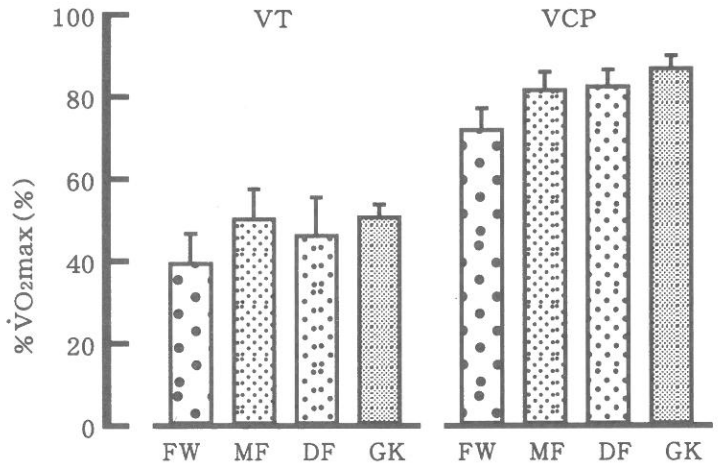


Fig 3. Comparison of %VO2max at VT and VCP on soccer positions.

考察

これまでの報告されているサッカー選手のLBM および%FATは、日本一流サッカー選手で 64.1 ± 4.2 と $13.2 \pm 2.6\%$ ²³⁾が、オーストラリアのナショナルチームで 15.7% の%FATがカナダの選手の 9.8% の%FATがそれぞれ報告²³⁾されている。さらにポジション別のLBMと%FATは、日本一流サッカー選手FWの 64.2kg 、 12.1% 、MFの 62.3kg 、 12.7% 、DFの 63.5kg 、 13.3% 、GKの 70.5kg 、 17.2% が報告^{13,23)}されている。一般的にアスリートの身体組成をみる上で、主な指標はLBMAと%FATであるとされている。中でもサッカー競技は長時間ボールを中心としてコート内を連続的に走ることから成り立っている運動様式である。従って陸上競技長距離選手のように高い全身持久性の能力を必要とすることが推察され、選手が体脂肪を多量に保持することは、どのポジションにおいても効率の悪い身体動作をおこなうこととなる。本研究のサッカー選手全選手群のLBMは 51.4kg を示し、ポジション群別ではDFが最も高く 53.7kg を示した。これはこれまで報告²³⁾されている日本一流選手より 12.6kg も低く、ユース代表選手より 10kg 以上低い値であった。一方、サッカー選手全選手群の%FATは $14.3 \pm 4.5\%$ を示し、ポジション群別ではMFが 11.9% で最も低く、FWが 19.8% で最も高い値を示した。これはこれまで報告²³⁾されている国内外の選手の $9.7\% \sim 13.2\%$ の値と比較してFWを除きほぼ同様の値であったが、同年齢の大学長距離選手より各ポジションともに高い値であった。このことはポジションによっては効率の悪い身体組成といえる。従って、本研究の選手が今後スピードの発揮や素早い動きの向上をトレーニングの目標とするならば、本研究の陸上競技の中、長距離選手が示した 10% 以下の体脂肪率の獲得のための全身持久的なトレーニング方法の導入とウエイトトレーニング等による筋力増強を図る必要があると思われる。また各ポジション群ともに下肢のP-%FATが他の部位に比較して最も高い値を示したことから、下肢の%FAT減少のためのトレーニングの工夫が必要と

思われる。

これまでに $\dot{V}O_2\text{max}$ は有酸素性能力の評価としてよく用いられる、さらには全身持久性の体力を予測する上で優れた指標とされている。世界の強豪といわれているドイツのサッカー選手の $\dot{V}O_2\text{max}$ は63.6ml/kg/min⁸が、日本の大学サッカー選手の $\dot{V}O_2\text{max}$ は68.5ml/kg/min^{9,23)}が報告されている。本研究のサッカー選手の $\dot{V}O_2\text{max}$ は、日本の大学選手や本研究の長距離選手に比較して低い値であった。サッカーの90分間の試合における選手の移動距離は約10kmになるとの報告¹⁶⁾がある。これは陸上競技長距離選手と同様の有酸素性能力を必要とする。これらのことはサッカー選手においても陸上競技長距離選手と同様に60ml/kg/min以上の $\dot{V}O_2\text{max}$ が必要と思われる。一方、これまでの $\dot{V}O_2\text{max}$ が有酸素性能力の体力を予測する上で優れた指標とされてきたが、Costill^{3,4)}らは競技選手の体力水準に大きな幅があるときには $\dot{V}O_2\text{max}$ がパフォーマンスの予測因子となりうるが、同レベルの選手を対象にする時は必ず予測因子となりえないことを指摘している。本研究で結果ではサッカー選手の各ポジション群の $\dot{V}O_2\text{max}$ には差がみられなかった。

近年、めざましい測定機器の開発により身体運動中の肺換気動態の測定が可能となり、これまで以上に非観血的方法での運動中の乳酸性閾値(VT)や呼吸性代償点(VCP)測定が容易にでき、今まで以上に運動中の有酸素性能力の検討が可能となった。本研究でのサッカー選手の $\%VT@ \dot{V}O_2\text{max}$ 、 $\%VCP@ \dot{V}O_2\text{max}$ の比較では、各ポジションともに $\%VT@ \dot{V}O_2\text{max}$ が41.6%から51.3%の範囲に、 $\%VCP@ \dot{V}O_2\text{max}$ がFW以外で80%以上を示した。これは本研究で同様に測定した大学陸上競技選手のSR、SR、LR各群のそれぞれの $\%VT@ \dot{V}O_2\text{max}$ (43.9%、44.0%、51.2%)と $\%VCP@ \dot{V}O_2\text{max}$ (84.4%、86.3%、87.8%)の値とほぼ同様の値し、さらにこれまでに報告²³⁾されている全身持久性の優れている陸上競技長距離選手と同様の値であった。このことは本研究での各ポジション間の $\dot{V}O_2\text{max}$ の差異がみられないものの有酸素性の動態能力^{8,11)}が高いことを意味している。

Daniels⁶⁾らは $\dot{V}O_2\text{max}$ が同水準の場合は走効率がよい選手が高いパフォーマンスを獲得していることを報告している。一方、サッカーの試合においてMFのポジションは他のポジションに比較して移動距離多く高い有酸素性作業能が必要であるとの報告^{13,14,15,22)}もある。サッカー競技に限らず多くの競技は個々の選手の体力と筋機能および構造的特性から総合的にトレーニング方法を検討することが大切であるが、先に述べたようにサッカー競技は一試合90分間も速度を変えながらコート内を連続的に走ることが必要とされていることやサッカーの一試合中に一人がボールを保持する最大時間は約2分間位であるとの報告^{16,24)}から考えると、本研究でのサッカー選手においては、現在 $\dot{V}O_2\text{max}$ として評価される全身持久力の向上、つまりポジションの特性も考慮にした有酸素性能力の強化が必要と思われる。

要約

大学サッカー選手の体力トレーニングを検討するためにDXA法による身体組成と最大運動負荷テストによるVTやVCPおよび $\dot{V}O_2\text{max}$ を測定し有酸素性能力を測定した。被検者は大学サッカー選手15

名と陸上競技選手18名であつた。結果の要約は以下の通りである。

- 1) サッカー全選手群のLBMは 51.4 ± 4.8 kgを示し、陸上競技のSR,MRの選手より低い値であつた。 $\%FAT$ は $14.3 \pm 4.5\%$ を示し、陸上競技のSR,MR,LRの選手より高い値であつた。
- 2) 陸上競技選手のLBMは身長が高くなるにともない増大し、両者の間に有意な相関関係($r=0.678, p<0.05$)がみられたが、しかしサッカー選手のLBM、 $\%FAT$ と身長との間に有意な相関関係はみられなかつた。
- 3) ポジション群別のサッカー選手のLBMは、DFが 53.7 ± 2.2 kgと最も高く。 $\%FAT$ は、MFが $11.9 \pm 3.3\%$ と最も低い値を示し、FWが $19.8 \pm 2.2\%$ の最も高い値を示した。MFとFWとの間に有意($p<0.05$)な差がみられた。
- 4) サッカー選手の各ポジション別、P-LBMは体幹、脚部、腕部の順に高い値を示した。また各ポジション別の、P- $\%FAT$ はGKを除き体幹、腕部、脚部の順に低い値を示した。FWの腕部と脚部は他ポジションに比較してそれぞれ $21.1 \pm 1.7\%$ 、 $21.6 \pm 2.7\%$ の高い値を示した。またMFとの間に有意($p<0.05$)な差がみられた。
- 5) サッカー全選手群のVTは 25.2 ± 4.4 ml/kg/minを示し、その時のHRは 126.9 ± 10.5 拍/分であつた。各ポジション別群ではGKの 27.3 ± 0.4 l/kg/minが最も高く、その時のHRは 114.0 ± 3.0 拍/分であつた。サッカー全選手群のVCPは 42.3 ± 5.1 を示し、その時のHRは 163.8 ± 7.5 拍/分であつた。各ポジション別ではGKが 46.2 ± 4.9 ml/kg/minで最も高く、その時のHRは 163.5 ± 4.5 拍/分であつた。サッカー全選手群の $\dot{V}O_2max$ は 53.5 ± 3.8 を示し、その時のHRは 180.3 ± 4.1 拍/分であつた。各ポジション別ではFWが 55.1 ± 4.8 ml/kg/minで最も高く、その時のHRは 178.8 ± 4.4 拍/分であつた。陸上競技選手のVT、VCPおよび $\dot{V}O_2max$ はすべて長距離選手群が 34.1 ± 4.3 ml/kg/min、 55.4 ± 9.4 ml/kg/min、 66.8 ± 6.1 ml/kg/minの高い値を示した。またその時のHRはそれぞれ 128.3 ± 11.0 拍/分、 169.2 ± 5.9 拍/分、 176.1 ± 6.8 拍/分であつた。
- 6) サッカー全選手の $\dot{V}O_2max$ はHRの増加にともなつて直線的に増加する傾向がみられ両者間に有意な正の相関関係が得られた。
- 7) VT、VCPの $\dot{V}O_2max$ に対する割合は各ポジション群を比較したところ、VTではGKが 51.3 ± 2.8 で最も高い値を示し、FWが 41.6 ± 2.8 で最も低い値を示した。VCPではGKが 86.2 ± 3.2 で最も高い値を示し、FWが 71.3 ± 3.2 で最も低い値を示した。各群間には有意な差はみられなかつた。

以上の結果から本研究のサッカー選手がより高い効率で競技力を発揮するためには、ポジションの特性を考慮したところの筋力の増大と体脂肪率低下の全身持久力向上のトレーニングを導入し、陸上競技長距離選手と同様の身体組成と高い有酸素性能力の獲得が必要であると思われる。

文献

- 1) 足立長彦ほか：サッカー選手の体力とトレーニング.J.J.Sports Sci.,2:801-809,1983.
- 2) 江口潤ほか：日本人一流サッカー選手の身体組成. 日本体育学会第39回大会号: 657 1988.
- 3) Costill,D.L.,et al.: The relationship between selected physiological variables and distance running performance. J. Sports Med.Phys.Fitness, 7 :61-66,1967.
- 4) Costill,D.L.,et al.; Roberts.E.:Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. Med. Sci.Sports, 5 :248-252,1973.
- 5) Cureton K J,Sparling P B, Evans B W,Johnson S M, Kong U D and purvis J W :Effect of experimental alterations in excess weight on aerobic capacity and distance running performance.Med Sci Sports. 10,:194-199,1978.
- 6) Daniels J and Oldridge N : Changes in oxygen consumption oy young growth and running training. Med Sci.Sports,3:161-165,1971.
- 7) 石崎忠利ほか：サッカー選手の最大下作業の能について. 体育の科学,31:499-504,1981.
- 8) Garn S M : Roentgenogrammetric determinations of body composition. Human Biol.,29:337-353,1957.
- 9) 久野譜也ほか：大学サッカー選手における筋繊維特性と有酸素的・無酸素的作業能力に関する研究.Jap.J.Sports Sci.,7 : 62-68,1983.
- 10) 金洪海, 井上哲郎：骨粗鬆症と高齢社会：骨塩定量分析装置の有用性. 新医療, 5:82-86,1990.
- 11) 守田武志ほか：競技者に対する呼吸性の補償閾値の測定. 臨床スポーツ医学:14,1039-1043,1997.
- 12) 長浜尚史ほか：サッカー選手のAnaerobic Thresholdと試合中の動きについて. 体力科学, 36 :648.1987.
- 13) 長浜尚史ほか：サッカー選手における有酸素性作業能と試合中の移動距離の関係について. 日本体育学会第39回大会号:659,1988.
- 14) 長浜尚史ほか：サッカー選手の有酸素性作業能に及ぼすOBLAトレーニングの影響. Jap.J.Sports Sci.,7:515-520,1991.
- 15) 大島襄ほか：サッカー選手における運動負荷時の運動生理学的研究. 日本体育協会スポーツ科学研究報告集, 1 : 253-264,1978.
- 16) 大橋二郎：選手の動きの分析. J.J.Sports Sci.,2 :785-793,1983.
- 17) 大柿哲朗： $\dot{V}O_{2max}$ の判定規準. 体育の科学, 27: 360-364, 1977.
- 18) Rusko H, Havu M and Karvinen E : Aerobic performance capacity in athletes. Eur J Appl physiol., 38:151-159,1978.
- 20) Siomon,J.,et al.: Plasmaad lactate and ventilation threshold in trained and untrained cyclists.J.Appl. Physiol.,60:777-781,1986.
- 21) 田原靖昭ほか：高校サッカー優秀選手(国見高校)の身体組成, 最大酸素摂取量及び最大酸素負債量. 体力科学,39 :198-206,1990.
- 22) Wasserman, K.,et al.: Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. J.Appl. Physiol.,

35 : 23643.1973.

- 23) Withers,R.T.,et al.,: The maximul aerobic power, anaerobic power and body composition of South Australian male represonlatives in athleties, basketball,filed hockey and soccer. *J.Sports Med. Physical Fitness*,17:391-400,1977.
- 24) 山地啓司：最大酸素摂取量の科学. 杏林書院 :17-82,1992.
- 25) Zhang Y-U, Johnson II M A, Chow N and Wasserman K : Effect of exercise testing protocol on parameters of aerobic function. *Med Sci Sports Exercise.*, 23:625-630,1991.
- 26) Snead D B,Stanley J B and Kohrt W M : Age-related difference in body compotion by hydrodensitometry and dual-energy X-ray absorptiometry.*J Appl, Physio.*,74:770-775,1993.

〔平成10年10月30日受付〕

〔平成10年12月25日受理〕