

大学サッカー選手の体格・体組成と心肺運動指標

高橋正行¹⁾ 吉満 樹²⁾ 廣木武士^{1) 3)} 松田 保¹⁾ 豊田一成¹⁾

Body composition and VO₂max in College Soccer Players

Masayuki TAKAHASHI Toshiki YOSHIMITSU
Takeshi HIROKI Tamotsu MATUDA Kazunari TOYOTA

Abstract

The objective of this study is to establish clear targets in physical training with the Biwako Seikei Sport College Football Club (BSSCFC) Soccer Team by measuring various physical parameters. Subjects of this study are 139 soccer players in BSSCFC as of April 2006 who completed the cardiopulmonary exercise test and measurement of body composition. The exercise test was by Treadmill with graded load until target heart rate or leg fatigue occurred with expired gas analysis. We statistically analyzed all data by academic year, team, and position. Football players of BSSCFC had lower maximum oxygen consumption (VO₂max) and higher percentile body fat compared with most world competitive football players. Within BSSCFC, I team players had higher body fat than top team players. Centerback players were taller and sidehalf players were shorter in height compared with the total average. Goalkeepers and centerback players were heavier. The top team players had higher VO₂ max, VO₂max/kg, and ATge/kg values than the total average. Regarding the energy efficiency parameter, VO₂/time was better in the top team and worse in the U-23+Lago team. In conclusion, the major comparative gap between world competitive football players and BSSCFC soccer players were the latter had (1) lower VO₂max and (2) higher body fat, while the top team had the best value within BSSCFC.

Key words : Football, Exercise parameter, maximum oxygen consumption, body composition

1) 競技スポーツ学科, 2) 京都サンガフィジカルコーチ, 3) 横浜Fマリノスユースコーチ

緒言

世界で最も人気のあるスポーツであるサッカーには高度で多様な身体能力が要求されます(1)。身体能力では、サッカーに適した身長、体重、体組成や運動能力の中での持久力の指標としての最大酸素摂取量に関する多くの報告がある(2-9)。人種、国が異なっても一流サッカー選手は共通して体組成の中では高い身長と低い体脂肪率を持っている。ピッチの上の格闘技と呼ばれるサッカーに必要な体力には全身の総合的な筋力が含まれるが、特に下肢の持久力が基本的能力として必要である。日本を含む東アジア人は持久力に優れている事がオリンピックなどの世界的大会で示されている。

ヨーロッパ諸国のほとんどすべてのサッカー選手は18歳までに選手として完成し、プロ選手になり、国の代表となる。一方、日本では大学卒業のサッカー選手が国代表に選ばれている。大学生の年代である18-22歳に競技能力が改善しているかどうかについての研究は少ない。中学生から高校生のサッカー選手を対象にして運動能力が大幅に改善するという報告は多い(9-10)。一方、大学生サッカーチームでは運動能力の改善は少なかった(11)。

びわこ成蹊スポーツ大学サッカー部は2003年に開学と同時に発足し、関西大学サッカー連盟と滋賀県サッカー協会に所属する多くのチームを有し、4年の間に各リーグで昇格してきた。4年間の体組成と運動負荷試験のデータをまとめ、大学サッカー選手のチーム別、ポジション別、学年別に比較し、現状の問題点を抽出し、今後のトレーニングにおける課題設定を見つける事を目的として研究を行った。

方法

びわこ成蹊スポーツ大学サッカー部員を対象とした。関西学生連盟所属と滋賀県サッカ

ー連盟社会人リーグ所属の大きく2つのカテゴリーに分類される。学生連盟所属のトップチーム(A)とIリーグチーム(I:I1, I2, I3)の2つに分けられ、滋賀県社会人リーグ所属はロサージュ, HIRA, U-23, LAGOのチームがある。学生連盟所属チームは発足当時2003年に3部の所属であったが、2004年に2部に昇格、2005年に1部に昇格した。社会人チームは2003年から滋賀リーグ一部のロサージュ以外はリーグのカテゴリーを上げている。HIRAは2007年から1部リーグ所属となった。チーム間の選手移動やリーグのレベルも変化するため、今回の分析は2006年4月の時点での所属チーム、ポジション、学年によって行った。合計200名を超える選手の中から、怪我や体調不良のため測定出来ない選手を除いて最大酸素摂取量測定を含む全データが揃った139名を対象とした。

体組成の測定は、身長、体重、体脂肪測定を2006年4月の定期健康診断時に行った。トレーニングジム、保健センターなどで測定を行う事で再現性のチェックや欠落値の補完を行った。体脂肪率はインピーダンス法によって計測し、体格指数(BMI)は体重を身長²で除すという計算式で得た。運動負荷による呼気ガス分析測定はびわこ成蹊スポーツ大学の研究室でトレッドミルを用いて行い(GE Marquette, Case 5000 series, Wisconsin U.S.)呼気ガス分析はAS300K呼気ガス分析システム(ミナト, 日本)を用いた。測定室の状態を一定に保持するようエアコンのある測定室を用い、気温は22+2度に保った。しかし、湿度は22から80%(平均42%)と変動があった。気圧は741-762mmHg(平均752mmHg)と変動がみられた。夏と冬に2回以上測定した学生のデータを比較したが、今回測定範囲の湿度あるいは気圧ではVO₂max測定に影響はほとんどなかった。トレッドミル運動負荷試験のプロトコールは短縮Bruce法で1.5分毎に傾斜と速度が増加し、最大負荷で18分まで続した。血圧と心電図は

安全確認のため測定した。もうこれ以上動けない、下肢疲労、目標心拍数に到達、血圧の上昇、心室性期外収縮の増加、虚血性ST変化、測定者が中止すべきと判断したなどの理由で運動負荷を中止とした。多くの運動負荷指標の中で、運動時間（秒）、最大酸素摂取量（VO₂max, l/min）、体重あたりの最大酸素摂取量（VO₂max ml/kg/min）、最大分時換気量（l/min）、嫌気性代謝閾値（ATge, l/min）、体重あたりの嫌気性代謝閾値（ATge, ml/kg/min）、一回換気量、呼吸数、パーセントATge/VO₂max、VO₂max/運動時間などを比較指標とした。

データ蓄積はエクセルを用い、統計分析はSPSSを用いて行った。2群比較はStudent's T-testを用い、 $p < 0.05$ で統計的有意とした。

結果

表1に示すように対象としたサッカー選手は合計139名であった。選手の所属チーム（2006年4月の時点）、ポジション、学年別に分析した。滋賀社会人チームのU-23とLAGOチームの選手数が少ないため、まとめて1群とした。その結果、トップチームに26名、Iリーグチームに60名、ロサージュチームに9名、HIRAチームに22名、U-23+LAGOチームに22名となった（表1）。ポジション別では13名がゴールキーパー、29名がサイドバック、15名がセンターバック、30名がボランチ、18名がサイドハーフ、34名がフォワードとなった（表1）。学年別では1年生44名、2年生51名、3年生28名、4年生16名であった（表1）。

体組成を比較すると、チーム別、ポジション別、学年別で体格指数（BMI）は有意な違いを認めなかった（表1）。チーム別に比較するとIリーグチームの体脂肪率がトップチームより高かった（表1）。ポジション別に比較すると、ポジション別では全体平均と比較して、センターバックの身長が高く（ $p < 0.01$ ）、サイドハーフの身長が低く（ $p < 0.05$ ）、

ゴールキーパー（ $p < 0.05$ ）とセンターバック（ $p < 0.01$ ）の体重が重い事がわかった。学年による身長、体重、体脂肪率の差は認めなかった（表1）。

運動負荷試験の結果による運動指標の結果を表2、表3にまとめた。運動時間を見ると、全体平均と比較してトップチームで有意に長く（ $p < 0.01$ ）、HIRA（ $p < 0.05$ ）とU-23+LAGO（ $p < 0.01$ ）で有意に短かった（表3）。最大酸素摂取量については、全体平均と比較してトップチームでVO₂max/体重（単位ml/kg/min, $p < 0.001$ ）とVO₂（単位l/min, $p < 0.05$ ）の両方で高い値を示した（表2）。また嫌気性代謝閾値（ATge/kg）も全体平均と比較して、トップチームで高い値を示した（表2）。燃費指標であるVO₂/timeは全体平均と比較してトップチーム（ $p < 0.01$ ）で有意に良く、U-23+Lago（ $p < 0.01$ ）で有意に悪かった（表2）。最大分時換気量（VEmax）はチーム別ではトップチームで有意に（ $p < 0.05$ ）大きく、ポジション別ではボランチで有意に（ $p < 0.05$ ）大きかった。一回換気量はチーム別ではロサージュで有意に（ $p < 0.05$ ）大きく、ポジション別ではゴールキーパー（ $p < 0.01$ ）とセンターバック（ $p < 0.05$ ）で有意に大きかった。

今回の結果を過去に報告されているデータと比較したものを表4に示す。世界のトップサッカー選手と比較すると、びわこ成蹊スポーツ大学の全体平均における大きな違いはVO₂max/体重（約60ml/kg/minに対して今回の結果54.9ml/kg/min）、VO₂max（約4l/minに対して、今回の結果3.55l/min）、体脂肪率and percentile body fat（約10%に対して今回の結果16.7%）。であった。

考察

今回の研究で明らかとなったのは、びわこ成蹊スポーツ大学サッカー部選手の身体的特徴と持久力特性である。過去に報告されているのは、プロサッカー選手（3, 8）国代表チ

Table 1 Basic Characteristics and Body Composition of all subjects (Total), each team, each position and each School year

	N	Age y.o.	Height cm	Body Weight kg	BMI kg/m ²	%Fat %
Total	139	19.2 ± 1.1	172.8 ± 5.2	64.5 ± 4.8	21.6 ± 1.2	16.7 ± 1.8
Team						
Top Team	26	19.3 ± 1.1	173.3 ± 5.5	65.1 ± 4.6	21.7 ± 0.8	15.6 ± 1.2
I league	60	19.0 ± 0.9	171.8 ± 5.3	64.0 ± 4.5	21.7 ± 1.2	18.0 ± 1.5*
Rosage	9	18.7 ± 0.9	172.8 ± 5.1	66.8 ± 6.8	22.4 ± 1.9	n.a. ± n.a.
Hira	22	19.7 ± 1.1	174.4 ± 4.9	65.9 ± 4.3	21.7 ± 1.0	14.9 ± 1.1
U-23 ± Lago	22	19.6 ± 1.1	173.3 ± 4.5	63.7 ± 4.3	21.2 ± 1.4	15.8 ± 2.5
Position						
GK	13	19.1 ± 1.2	175.3 ± 4.2	68.2 ± 4.8*	22.2 ± 1.3	17.1 ± 1.0
Side Back	29	19.1 ± 1.0	172.8 ± 4.4	64.1 ± 4.4	21.5 ± 1.4	17.8 ± 2.0
Center Back	15	19.4 ± 1.0	178.0 ± 4.4**	68.5 ± 5.4**	21.6 ± 1.0	15.7 ± 0.3
Vorante	30	19.1 ± 1.1	171.6 ± 5.5	63.6 ± 4.1	21.6 ± 1.4	16.0 ± 1.9
SideHalf	18	19.3 ± 1.1	170.2 ± 4.3*	63.1 ± 3.6	21.8 ± 0.8	16.9 ± 0.7
Forward	34	19.3 ± 1.2	171.9 ± 4.8	63.8 ± 4.1	21.6 ± 1.1	15.1 ± 1.9
School Year						
Freshmen	44	18.2 ± 0.4 NA	172.8 ± 4.7	64.3 ± 5.0	21.5 ± 1.4	14.9 ± 0.3
Sophomore	51	19.3 ± 0.9 NA	172.4 ± 5.2	64.1 ± 4.4	21.6 ± 1.2	16.5 ± 2.1
Junior	28	20.0 ± 0.3 NA	173.4 ± 5.6	65.7 ± 4.8	21.8 ± 1.0	16.1 ± 1.5
Senior	16	21.0 ± 0.0 NA	173.3 ± 5.9	65.6 ± 4.4	21.9 ± 1.3	15.3 ± 0.8

Mean value ± SEM

*p<0.05, **p<0.01 vs Total

NA : no analysis

n.a : not available

Table 2 Maximum Oxygen Consumption (VO₂max), Anaerobic Threshold (ATVO₂), Fuel efficiency (VO₂/time) and ATVO₂/VO₂max of all subjects (total), each team, each position and each school year.

	VO ₂ max/BW ml/kg/min	VO ₂ max l/min	ATVO ₂ /BW ml/kg/min	VO ₂ /time ml/kg/min/min	AT/Peak %
Total	54.9 ± 4.9	3.55 ± 0.38	48.0 ± 5.8	4.74 ± 0.87	87.4 ± 9.8
Team					
Top Team	57.7 ± 4.0**	3.75 ± 0.36*	49.6 ± 4.8	4.18 ± 0.48**	86.0 ± 5.5
I league	54.8 ± 4.7	3.50 ± 0.32	48.0 ± 5.5	4.64 ± 0.88	87.8 ± 7.6
Rosage	56.1 ± 7.1	3.73 ± 0.52	48.1 ± 9.0	5.15 ± 0.47	85.5 ± 10.9
Hira	53.3 ± 4.5	3.51 ± 0.36	47.4 ± 5.3	5.10 ± 0.79	89.0 ± 5.9
U-23 ± Lago	53.1 ± 3.9	3.39 ± 0.38	46.3 ± 6.1	5.16 ± 0.92**	87.1 ± 9.4
Position					
GK	53.2 ± 4.0	3.64 ± 0.44	45.4 ± 5.2	4.61 ± 0.48	85.5 ± 9.1
Side Back	55.6 ± 4.1	3.57 ± 0.39	48.6 ± 6.6	4.75 ± 0.79	87.3 ± 8.6
Center Back	54.0 ± 4.2	3.70 ± 0.41	47.3 ± 5.5	4.74 ± 0.86	87.6 ± 6.1
Vorante	54.1 ± 5.0	3.43 ± 0.31	48.4 ± 5.5	4.80 ± 1.04	89.4 ± 6.3
SideHalf	56.8 ± 5.4	3.58 ± 0.37	48.1 ± 5.5	4.75 ± 0.70	84.8 ± 6.2
Forward	55.1 ± 5.2	3.51 ± 0.36	48.2 ± 5.7	4.74 ± 0.96	87.7 ± 8.1
School Year					
Freshmen	55.3 ± 5.5	3.56 ± 0.44	48.2 ± 6.0	4.89 ± 0.92	87.3 ± 8.4
Sophomore	54.6 ± 4.9	3.49 ± 0.33	47.3 ± 6.0	4.75 ± 0.88	86.7 ± 6.8
Junior	54.6 ± 3.8	3.59 ± 0.37	49.1 ± 4.9	4.52 ± 0.84	89.9 ± 5.9
Senior	55.3 ± 4.8	3.63 ± 0.34	46.9 ± 6.1	4.94 ± 0.71	85.1 ± 10.0

Mean value ± SEM

*p<0.05, **p<0.01 vs Total

Table 3 Ventilation parameters and Exercise time of all subjects (Total), each team, each position and each school year.

	VE l/min	Vt l	RR /min	Exercise time sec
Total	122.8 ± 18.4	2.18 ± 0.31	57.1 ± 9.8	710.5 ± 136.7
Team				
Top Team	131.9 ± 16.6	2.29 ± 0.29	58.1 ± 7.9	831.5 ± 99.3**
I league	122.8 ± 16.1	2.12 ± 0.23	58.5 ± 9.8	725.7 ± 134.6
Rosage	132.1 ± 23.9	2.41 ± 0.46*	57.0 ± 15.5	615.0 ± 95.5
Hira	116.2 ± 16.9	2.20 ± 0.36	53.7 ± 8.4	638.2 ± 90.4*
U-23 + Lago	115.2 ± 18.8	2.09 ± 0.32	55.7 ± 8.8	636.9 ± 115.6**
Position				
GK	134.6 ± 20.8*	2.46 ± 0.29**	54.9 ± 6.8	683.2 ± 72.2
Side Back	126.5 ± 20.6	2.11 ± 0.29	60.8 ± 11.9	713.8 ± 134.9
Center Back	124.7 ± 17.8	2.38 ± 0.32	52.9 ± 7.4	698.6 ± 109.8
Vorante	112.9 ± 15.2	2.07 ± 0.26	55.3 ± 9.2	714.4 ± 162.7
SideHalf	127.3 ± 13.9	2.21 ± 0.33	58.2 ± 7.1	722.7 ± 109.8
Forward	120.8 ± 15.6	2.13 ± 0.27	57.7 ± 10.2	712.7 ± 147.6
School Year				
Freshmen	122.7 ± 24.4	2.13 ± 0.36	58.8 ± 13.4	679.1 ± 133.6
Sophomore	123.6 ± 11.8	2.19 ± 0.23	56.9 ± 6.5	712.6 ± 142.8
Junior	119.4 ± 16.3	2.23 ± 0.37	54.4 ± 8.4	746.4 ± 131.3
Senior	126.8 ± 19.6	2.19 ± 0.28	58.0 ± 7.5	685.7 ± 111.6

Mean value + SEM

*p<0.05, **p<0.01 vs Total

ーム (5, 6, 7, 9), 地域代表チーム (2, 4) や地域の若年サッカー選手 (12) はあるが、大学サッカー選手での報告が少ない事 (11) と大学でも 8 チーム部員200人以上の大きなグループでの報告は見当たらなかった。

表 4 で世界のトップレベルとの違いを見てみると、全体平均のVO₂max/体重が5ml/kg/min程度低い事が課題である。チーム別で見ると表 2 に示すようにトップチームは 57.7ml/kg/min に対してHIRA, U-23, Lagoは 53ml/kg/min とチーム間格差が大きい。ポジション別、学年別には相違が認められない (表 2) ため、チームの課題として持久力を高める必要がある。サッカーの持久力は中学生・高校生での伸びが大きい (10), 大学生・社会人以上でも伸びるとされる (10, 13-16)。持久能力改善がサッカー能力を改善 (15) するため、VO₂maxを増やすため持久系トレーニング (10, 14, 15) が推奨される。サッカー技能と関連したトレーニングで

あるHoffが提唱している“Soccer Specific Training”を通常練習に追加する事での効果が多く報告されている (10, 13, 14)。日本人の身体的能力である持久力を伸ばす事 (2, 17-20) がサッカースタイルであるため、VO₂maxを増やす事が課題である (課題 1)。嫌気性代謝閾値 (AT_{ge}), ATVO₂/VO₂maxはグループ間で違いを認めなかった。これは嫌気性代謝の他の指標である乳酸閾値トレーニングよりも最大酸素摂取量がよりよい指標であるという報告 (21) と合致する。VO₂maxは持久力の普遍的な指標とされるが、今回の研究では運動耐容能ではチーム毎の差異が顕著となった (表 2, 3)。運動時間は表 3 に示すようにトップチームが有意に長く、Iリーグが全体平均とほぼ同じ、社会人チーム (ロサージュ, HIRA, U-23, LAGO) が有意に短かった。これはチームのトレーニングメニューに持久系トレーニングを入れているかどうかの違いであると推定される。

Table 4

		N	Age y.o.	Height cm	Weight kg	BMI	%Fat %	VO2max ml/kg/min	VO2max l/min	ATVO2
This study	College	139	19.2	172.8	64.5	21.6	16.7	54.9	3.55	
	Position									
	Total	13	19.1	175.3	68.2	22.2	17.1	53.2	3.64	
	Goal Keeper	29	19.1	172.8	64.1	21.5	17.8	55.6	3.57	
	Side Back	15	19.4	178.0	68.5	21.6	15.7	54.0	3.70	
	Center Back	30	19.1	171.6	63.6	21.6	16.0	54.1	3.43	
	Vorante	18	19.3	170.2	63.1	21.8	16.9	56.8	3.58	
	SideHalf	34	19.3	171.9	63.8	21.6	15.1	55.1	3.51	
	Forward	72	16.8	173.2	65.2	21.7	9.6	60.8	3.95	
	Total	6		177.8	71.4	22.6	13.7	54.2	3.87	
Tahara 2006	Kunimi High School									
	GK	66		172.7	64.6	21.7	9.3	61.4	3.95	
	Field Player	12		172.8	65.8	22.0	10.9	59.1	3.87	
	FW	23		171.2	62.8	21.4	9.5	62.3	3.91	
	Midfielder	31		173.8	65.5	21.7	8.5	61.6	4.02	
	Defender	40	17.9	170.2	64.7	22.3		54	3.47	
	Total	11		170.8	64	21.9		61.6	4.06	
	College	22		175.2	65.3	21.3		62.9	3.91	
	Japan U-18	14		175.1	67.4	22.0		59	4.18	
	Japan A team	37	16-18					62.2		
Ishizaki 1977	Matsumoto 1977	18	25.6	176.3	75.7	24.4	9.6	58.4	4.67	
	Togari 1979	5	28.1	178.1	75.2	23.7	15.7	62	4.46	
	Japan U-18	8	22.2					63.9		
	Australia A	21						62.4		
	French A	5	16					59.5		
	Danish top	13	19.9	177.6	77.6	23.7	12.8	59.8	4.64	
	Danish U-18	35			86.1			56.4		
	US College	23	25.2	177.2	73.2	23.31	12.3	56.8	4.16	43.6
	UK football pro	21	14	172.5	62.8	21.1	5.2	58.6	3.68	
	goalkeeper	24	24		60.2			66.5	4.00	
Davis 1992	Saudi A							66.6	5.04	
	midfielder									
	Hong Kong U-18									
	Tunisia U-15									
Al-Hazzaa 2001	Chin 1994									
	Chamari K 2005									
Mean value										

体組成では、ゴールキーパーは体重が重く、センターバックは体重も重く、身長も高いが、サイドハーフは身長が小さい(表1)。これは2006年ドイツW杯の出場選手の身長・体重の特徴とは大きく異なっている(データ示さず)。表4に示すように一番異なっているものは、体脂肪率である。一流サッカー選手の体脂肪率は10%程度である。これをチーム別に見てみると、Iリーグチームが全体平均より高い値を示した。ポジション別での体脂肪の違いや学年別の体脂肪の違いは認めませんでした(表1)。つまり、サッカー部全体の課題として体脂肪を減らす事が上げられる(課題2)。

燃費指標であるVO₂/timeは持久能力である運動時間と反対の関係を示した。つまり、表2にしめすようにトップチームで全体平均より有意に少なく(良い燃費)、U-23+LAGOで全体平均より有意に多かった(悪い燃費)。持久力が高い選手ほどエネルギー効率が良い事は知られているが(9)、今回のデータはそれを別の指標で裏付ける形となった。

換気指標として、分時換気量(VE)、一回換気量(Vt)、呼吸数(回/分)を比較した。ポジション別でゴールキーパーの一回換気量と分時換気量が全体平均より有意に多かった。また、チーム別ではロサーージュの一回換気量が全体平均より有意に多かった。分時換気量は有意傾向であった(p=0.064)。呼吸機能や換気指標は運動能力よりも年齢や体格と関係するとされるので、運動指標、体格指標、サッカー能力との関連については今後検討すべきである。

今回の研究の目的である、びわこ成蹊スポーツ大学サッカー部のフィジカルの課題の抽出が出来たのが第一の成果である。(1)VO₂maxを増やす事と(2)体脂肪を減らす事の2つの課題が抽出された。今後、トレーニング方法、栄養、休養などの改善により、次回の報告時にはチーム成績と共に改善され

たフィジカルの結果を示したいという言葉で最後を締めくくりたい。

References

1. Bangsbo (1994) The physiology of soccer. *Acta Physiologica Scandinavica* 151 Suppl 619: 1-155
2. Tahara Y, Moji K, Tsunewaje N, Fukuda R, Nakayama M, Nakagaichi M, Komine T, Kusano Y, Aoyagi K. (2006) Physique, body composition and maximum oxygen consumption of selected soccer players of Kunimi high school, Nagasaki, Japan. *J Physiol Anthropol* 25 (4) p291-297
3. Raven PB, Gettman LR, Pollock ML, Cooper KH (1971) A physiological evaluation of professional soccer players. *Br. J Sports Med* 10: 209-216
4. Withers RT, Roberts RGD, Davies GJ (1977) The maximum aerobic power anaerobic power and body composition of South Australian male representatives in athletics, basketball, field hockey and soccer. *J Sports Med* 17:391-400
5. Jousselein E, Handschuh R, Barrault D, Rier M. (1984) Maximal aerobic power of French top level competitors. *J Sports Med* 24: 175-182
6. Chin MK, So RC, Yuan YW, Li RC, Wong AS. Cardiorespiratory fitness and isokinetic strength of elite Asian junior soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 1994 34 (3): 250-257
7. Al-Hazzaa HM, Almuzaini KS, Al-Rafae SA, Sulaiman MA, Dafterdar MY, Al-Gharmedi A, Al-Khurajji KN. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 2001 41 (1): 54-61
8. Davis JA, Brewer J, Atkin D. Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players. *J. Sports Sci* 1992 10 (6): 541-7
9. Chamari K, Moussa-Chamari I, Boussaidi L,

- Hachana Y, Kaouech F, Wisloff U. Appropriate interpretation of aerobic capacity: allometric scaling in adult and young soccer players. *Br. J Sports Med* 2005 39 (2): 97-101
10. McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br. J Sports Med* 2005 39 (5): 273-277
11. Silvestre R, Kraemer WJ, West C, Jedelsom DA, Spiering BA, Vingren JL, Hatfield DL, Anderson JM, Maresch CM. Body composition and physical performance during a National Collegiate Athletic Association Division I men's soccer season. *J Strength Cond Res* 20 (4): 962-970
12. Gissis I, Papadopoulos C, Kalapotharakos VI, Sotiropoulos A, Komsis G, Manolopoulos E. Strength and speed characteristics of elite, subelite, and recreational young soccer players. *Res Sports Med.* 2006 Jul-Sep; 14 (3): 205-14.
13. Hoff J, Wisloff U, Engen LC, Kemi OJ, Helgerud J. Soccer specific aerobic endurance training. *Br. J Sports Med* 2002 36 (3): 218-221
14. Impellizzeri FM, Marcora SM, Castagna C, Reilly T, Sassi A, Iaia FM, Rampinini E. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med.* 2006 Jun;27 (6): 483-92.
15. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Nov; 33 (11): 1925-31.
16. Hoff J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. *J Sports Sci.* 2005 Jun;23 (6): 573-82.
17. Ishizaki T (1977) Physical fitness of senior high school football players delegated for the national athletic meets from Tochigi prefecture. *Bull Faculty of General Education, Utsunomiya Univ* 10: 109-116
18. Matsumoto M, Komiya Y, Kubota Y, Iwamura E (1977) A study of the game analysis of soccer with special reference to work intensity during the game *Bull Faculty of Education, Fukushima Univ* 29: 55-65 (Japanese)
19. Togari H, Asami T, Adachi N, Yamamoto K, Sugiyama S, Ohashi J (1979) A study on physical fitness of the top soccer players in Japan. *Bull Faculty of General Education, Tokyo Univ* 13: 33-42 (Japanese)
20. Ohashi J, Hyodo K, Togari H, Maruyama T (1990) Maximal oxygen uptake of elite soccer players in Japan. *Bull Faculty of General Education, Tokyo Univ* 24: 65-71 (Japanese)
21. McMillan K, Helgerud J, Grant SJ, Newell J, Wilson J, Macdonald R, Hoff J. Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer. *Br J Sports Med.* 2005 Jul; 39 (7): 432-6.