

愛媛大学サッカー部学生の $\dot{V}O_2$ Max の水準

杉山 允宏¹⁾・上岡 範雄²⁾

The level of maximum oxygen intake of Ehime university soccer club students

Masahiro Sugiyama¹, Norio Ueoka²

Abstract

The level of the maximum oxygen intake were investigated on six male and six female students in Ehime university soccer club, aged 19.8 to 23.0 years (male) and 18.9 to 22.5 years (female). The maximum oxygen intake was determined through a running exercise of a motor driven treadmill. The expired gas was collected into a Douglas bag every minute and analyzed for the O_2 and CO_2 content with Nippon-denki-Sanei gas analyzer. The results are summarized as follows: 1) Maximum oxygen intake were 4.15 ± 0.31 l/min. and 64.8 ± 1.7 ml/kg/min. in male students and 2.60 ± 0.31 l/min. and 46.5 ± 5.6 ml/kg/min. in female students on the average. The maximum oxygen intake of both students were superior 27%~38% to Japanese standard values. It was considered that male students have more high physical work capacity compared with the top soccer athletes although their physique are smollish, but the maximum oxygen intake of female students are inferior about 19%~24% to the top female athletes of basketball and field hockey team in Japan

Key words : maximum oxygen intake, aerobic work capacity, university soccer club students, endurance

キーワード：最大酸素摂取量 有酸素的作業能力 大学サッカー部学生 持久性

1. 研究目的

日本体育協会は1964年の東京オリンピックを契機に日本人のスポーツ競技力の向上をねらいとした対策をいろいろな形から推進させてきた。殊に、競技力向上のための体格・体力測定、トレーニング、スポーツ技術の解析など運動生理学やバイオメカニクスの側面からのアプローチ、競技力発揮のための競技者の心理、リラクゼーションやイメージトレーニングに関わる心理学的研究等、スポーツ科学の発展とその貢献には著しい成果が認められる³⁾⁴⁾⁵⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁹⁾²⁰⁾²⁶⁾²⁷⁾²⁹⁾³⁰⁾³²⁾³³⁾。

また、文部省は学校体育や社会体育の中で、国民の健康・体力づくりを促進させる政策を掲げ、30数年経

た今日は生涯体育という形で国民ひとりひとりの健康・体力づくりに根ざした多様な行事の開催やこれらに関わる施設設備の拡充を推進してきている。スポーツは人類の文化であることの認識は高まり国際的交流の場として、あるいは健康生活の必需品としての価値を高めてきた。殊に、従来までは男性のスポーツとされていたマラソン、ラグビー、サッカー、レスリング、柔道、フィールドホッケーなど女性のスポーツ参加の増大はこの30数年間で顕著な変容と言えよう。

1993年4月に日本にもプロサッカーリーグが発足した。2002年には日本と韓国でワールドサッカーが共同開催されることが決定し、チームや選手に対する熱狂的なサッカーファン層は幅広く、見るサッカー人口の増大は著しい。現在、全国少年サッカー大会参加チームは6,000チーム、高校男子サッカー選手権大会では3,500チームを超えていること、女子では1972年に全

1) 愛媛大学教育学部
〒790 愛媛県松山市文京町3番

2) 弓削商船高等専門学校
〒794-25 愛媛県越智郡弓削町下弓削1000番

1. Faculty of Education, Ehime University,
Bunkyo-cho, 3, Matsuyama-shi, Ehime, 〒790,
Japan

2. Yuge National College of Maritime Technology
Shimoyuge 1000, Yuge-cho, Ochi-gun, Ehime,
〒794-25, Japan

国で52チーム、選手数は919人の登録数であったが、25年経た現在では、ほぼ1,000チーム、2万人の選手登録があり、この10年間でほぼ10倍のチーム数や選手数の増加がみられ、日本女子サッカーの急速な発展が伺われる¹⁷⁾¹⁸⁾。

本研究は、サッカーのような球技に必要とされる持久性の特徴について明らかにするため、有酸素的作業能力の指標とされている最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$ Max) の水準について、本学サッカー部男子および女子学生と国内外の一流選手との比較および性差について検討した。

II. 研究方法

1. 測定項目

身長, 体重, リビ指数, 最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$

Max.), 体重当たり最大酸素摂取量, 最高心拍数 (H. R. Max), Cooper 走, 1000m走。

2. 最大酸素摂取量の測定方法¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾

男子学生はトレッドミルの勾配を0%に固定し、初期の4分間は分速200mとし、その後1分以内に勾配を8.6%まで上昇固定し、6分目からは1分毎に10mずつ増速させオールアウトに追い込む方法とした。女子学生についてはトレッドミルの勾配を4度に固定し、初期の3分間は分速140mで走行させ、その後1分経過毎に10mずつ増速させオールアウトに追い込む速度漸増負荷法を用いた。呼気ガスの採集はダグラスバッグ法とし、O₂およびCO₂濃度の分析は日本電気三栄製の瞬時ガスアナライザーを使用した。心拍数は胸部双極誘導法、呼吸数はサーミスター法を用いて測定した。

Table 1 Characteristics of subjects of Ehime university soccer club

	Subj.	Age	Height	Weight	B.S.R.	Livi	Experi.	Endur. *
Male (A)	T.O.	20.5	161.7	60.0	1.649	24.2	10	3100m
	K.I.	23.0	171.6	74.5	1.887	24.5	13	3150
	Y.W.	22.5	166.2	60.4	1.674	23.6	12	3200
	K.U.	21.3	175.0	65.2	1.809	23.0	7	3300
	T.K.	19.8	174.3	61.0	1.753	22.6	5	3100
	J.A.	21.6	169.8	63.6	1.751	23.5	10	3190
	mean	21.5	169.8	64.1	1.754	23.6	9.5	3173
	s.d.	1.2	5.1	5.5	0.087	0.7	3.0	75
Female (B)	F.U.	18.9	166.3	69.5	1.791	24.7	1	294sec
	M.I.	19.4	161.5	55.2	1.590	23.6	2	286
	S.O.	19.8	158.9	53.6	1.552	23.7	2	266
	F.T.	21.6	154.5	54.9	1.536	24.6	3	242
	Y.A.	22.3	158.4	48.4	1.482	23.0	4	274
	S.I.	22.5	160.0	51.6	1.534	23.3	4	253
	mean	20.8	159.9	55.5	1.581	23.8	2.7	269
	s.d.	1.6	3.9	7.3	0.109	0.7	1.2	20
	(B)/(A)×100(%)	96.7	94.2	86.6	90.1	100.8	28.4	84.1 **

* Male : Cooper run Female : 1,000 m run ** compare to speed(m/sec)

3. 対象

愛媛大学サッカー部男子および女子学生各6名、合計12名。

4. 測定は愛媛大学教育学部運動生理学実習室およびグラウンドで実施した。]

II. 結果と考察

1. 身体的特性

Table 1 に被検者の身体的特性を示した。男子学生の平均値をみると、身長が169.8cm、体重が64.1kg、体表面積が1.754m²、リビ指数が23.6サッカー経験年数は9.5年、持久走であるクーパー走は3,173mであった。同様に女子学生についてみる

と⁹⁾, 159.9cm, 55.5kg, 1.581m², 23.8, 2.7年, 269 secであった。これらの結果から, 男子学生は日本人の標準値よりもごく僅か下回り小柄な体型を示したが, サッカー経験は5年から10年を示し, クーパー走は同年齢の平均値よりも713m長く(29%)持久性が極めて優れていた。これに対して女子学生は身長が1.2%, 体重が8.6%, 体表面積が4.5%上回り, 身体周囲径が大きく, 体脂肪率が26.6%でやや高く, 全体的に日本人標準値³⁰⁾を上回る体型を示し, 1,000m走は33sec(-10.9%)速く持久性は優れていた。男女比をみると女子学生は男子学生に対して, 身長が94.2%, 体重が86.6%, 体表面積が90.1%, 身体充実指数は変わらず, サッカー経験が28.4%, 持久性は秒速でみると4.4m/secと3.7m/secで0.7m/sec(-18.9%)劣っていた。

2. 最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$ Max)

有酸素的作業能力の指標として最大酸素摂取量が最も適していることは多くの研究者が報告している¹⁸⁾¹⁹⁾。本研究ではトレッドミルの勾配の固定法, 8.6%の上昇・固定法および速度漸増負荷法を用いて, 初期の走行速度を持続走の記録から決定し, ほぼ6分から8分でオールアウトに追い込む方法で実施した。その結果, 最高心拍数はほとんどの被検者が190拍/分を超えていたこと, 全ての被検者の最高呼吸数は50回/分から70回/分の範囲にあり, 呼吸商

(RQ)が1.0を超えていたことなどから, 得られた結果は有効な値であると判断した。Table 2は被検者の最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$ Max) および最高心拍数 (HR Max) を示したものであり, Figure 1は $\dot{V}O_2$ Maxの値をプロットし他の報告と比較したものである。

男子学生の $\dot{V}O_2$ Maxは3.82 l/min.から4.65 l/min.の範囲にあり平均値±標準偏差は4.15±0.31 l/min., 体重当たりでは62.4ml/kg/min.から66.8ml/kg/min.の範囲にあり, 平均値±標準偏差は64.8±1.7ml/kg/min.であった。これらの結果は, 日本人標準値よりも36%から38%高い値を示した。また, Table 3に示したサッカー選手の最大酸素摂取量に関する研究報告と比較してみると¹⁰⁾²²⁾²⁴⁾, 1986年のアジア大会全日本サッカー選手は4.46 l/min., 59.5ml/kg/min.全日本ユースサッカー選手は4.06 l/min., 62.9ml/kg/min., 国見高校サッカー選手²⁰⁾は3.95 l/min., 60.0ml/kg/min.を示し, 本学男子学生の $\dot{V}O_2$ Maxは絶対値としては全日本サッカー選手よりも7%低いユース候補選手や高校選手よりも高く, 体重当たりでは全日本サッカー選手よりも8.9%高い値を示した。戸刈たちは大学, 高校およびユース候補選手は3.8~3.9 l/分, 57.3~63.3 l/kg/分の範囲を示し, 日本のトップレベルになるほど酸素摂取能力が高いことを報告している。本学のサッカー部男子学生はサッカー選手としては

Table 2 Maximum oxygen intake and maximum heart rate of subjects

Subjects	$\dot{V}O_2$ Max.	$\dot{V}O_2$ Max/B.W.	H.R. Max.	
	(l/min.)	(ml/kg/min.)	(beats/min.)	
T.O.	3.82	63.7	194.9	
K.I.	4.65	62.4	202.8	
Male	Y.W.	3.86	63.9	195.3
(A)	K.U.	4.27	65.5	186.0
	T.K.	4.05	66.4	180.3
	J.A.	4.25	66.8	184.1
	mean(s.d.)	4.15(0.31)	64.8(1.7)	190.6(8.5)
F.U.	2.78	38.8	191.8	
M.I.	2.58	46.7	190.7	
Female	S.O.	2.57	47.0	185.6
(B)	F.T.	3.07	55.9	192.8
	Y.A.	2.14	43.9	191.2
	S.I.	2.46	46.8	190.0
	mean(s.d.)	2.60(0.31)	46.5(5.6)	190.4(2.5)
	(B)/(A)×100 (%)	62.7	71.2	99.9

小柄な体型であるが優れた値といえる。しかし、ドイツナショナルチームの75ml/kg/min.やハンガリーユースチームの70ml/kg/min.など外国のトップクラスの選手に比べると極めて低い。

女子学生についてみると、2.14 l/min.から3.07

ml/min.の範囲にあり平均値±標準偏差は2.60±0.31 l/min., 体重当たりで46.5±5.6ml/kg/min.であった。これらの結果は、日本人の標準値よりも27%から35%高い値であった。女子サッカー選手の $\dot{V}O_2$ Maxの資料が見られないことから、他の女子

Table 3 Compare to the $\dot{V}O_2$ Max. of the top soccer athletes

Athletes	$\dot{V}O_2$ Max (l/min.)		$\dot{V}O_2$ Max/B.W. (ml/kg/min.)	
	mean	s.d.	mean	s.d.
Ehime university soccer stud.	4.15	0.31	64.8	1.7
All Japan soccer team(1986)	4.46	0.39	59.5	5.7
Male All Japan youth soccer team	4.06		62.9	3.6
Kunimi high school team(1990)	3.95		60.0	5.6
Germany national soccer team			75	
Hungary youth soccer team			70	
Ehime university soccer stud.	2.60	0.31	46.5	5.7
Female Ehime university tennis stud.	2.86	0.21	53.0	8.2
All Japan basket team(1986)	3.40	0.35	54.4	3.6
All Japan field hockey team(1986)	3.20	0.49	56.8	5.9

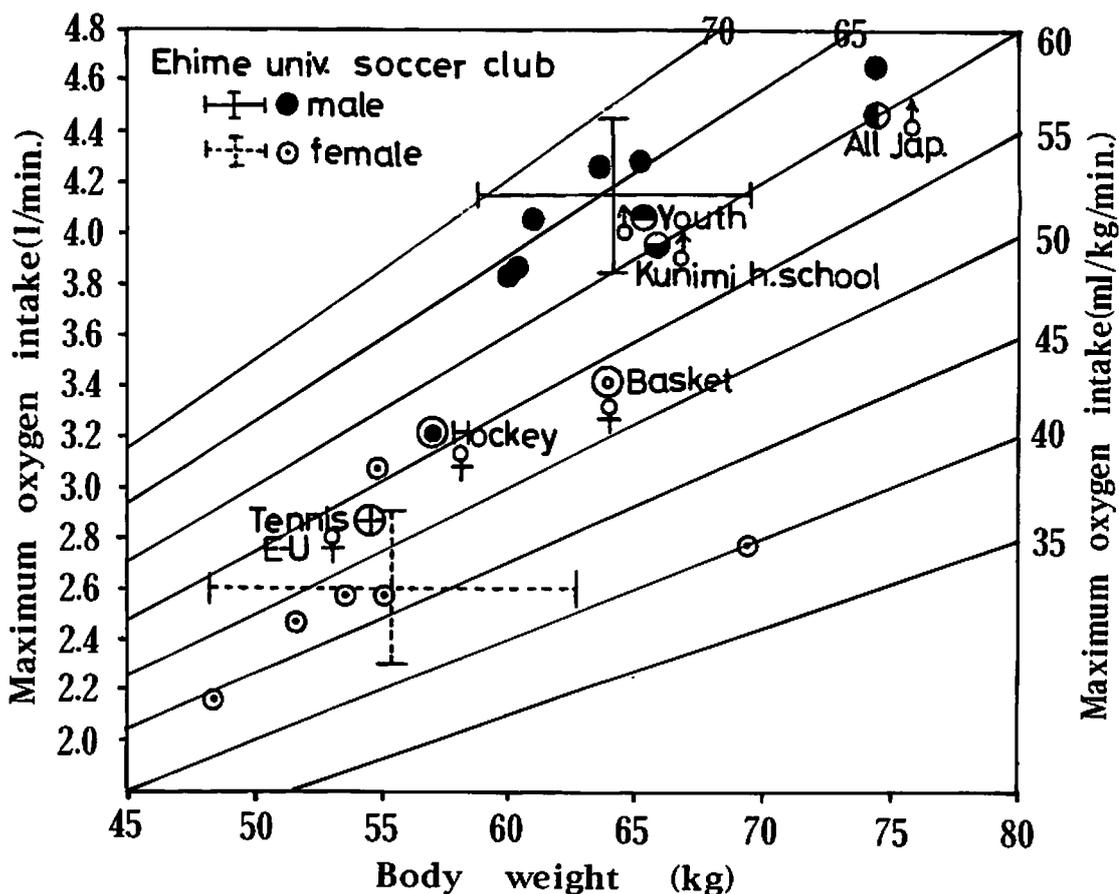


Figure 1. $\dot{V}O_2$ Max level of Ehime univ. soccer club students

スポーツ競技選手の値と比較してみると¹⁶⁾²⁴⁾²⁹⁾, 本学テニス部学生は $2.86 \pm 0.21 \text{ l/min.}$, $53.0 \pm 8.2 \text{ ml/kg/min.}$, 1986年アジア大会全日本バスケットボール選手は $3.40 \pm 0.35 \text{ l/min.}$, $54.4 \pm 3.6 \text{ ml/kg/min.}$, 同フィールドホッケー選手は $3.20 \pm 0.49 \text{ l/min.}$, $56.8 \pm 5.9 \text{ ml/kg/min.}$ であり, 本学テニス部学生よりも9%から13%, 全日本代表選手よりも19%から24%, 体重当たりで15%から19%低く, 本学女子サッカー部学生の有酸素的作業能力は他の一流スポーツ選手と比較して極めて劣っていることが明らかとなった。

男女差についてみると, 本学女子学生の $\dot{V}O_2$ Max は, 本学男子学生の62.7%, 全日本代表選手の58%から64%, 体重当たりでは同じく71.1%, 73%から78%に相当し外国人一流選手の62%から64%に相当することが明らかとなった。

スポーツ競技能力向上のためには, 基礎的および専門的体力を基盤として, 基礎技術や応用技術の獲得と競技時の意欲, 気力や的確な判断などが総合的に統合・充実するように練習プログラムが組まれなければならない¹⁵⁾²¹⁾²⁵⁾。殊にサッカーのような球技では, 展開されるゲームのなかで予期されない事態での Open skill の獲得やエネルギー的側面からみたパワーの持続をともなう高い無酸素的持久能力が要求される⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹²⁾。本学男子学生の体重当たりの $\dot{V}O_2$ Max は高い値であったが, 形態的に小柄であることは身体資源が低いことを意味し, 長時間のパフォーマンスの水準が低くなることが推察できる⁵⁾¹³⁾²³⁾。また愛媛県には女子サッカーチーム数も競技者数も少なく, 競技能力も高校生チームが高いことなどから, 女子サッカー競技者の増大や総合的なサッカー競技能力の開発が推進される必要があろう¹⁸⁾。

IV. 要 約

愛媛大学サッカー部に所属する年齢18.9歳から23.0歳までの男女学生各6名, 合計12名を対象にトレッドミルを用いたオールアウト走からダグラスバッグ法により最大酸素摂取量を測定し, その水準を明らかにした。結果は次のように要約される。

- 1) 本学サッカー部男子学生の形態は日本人標準値を下回り小柄な体型を示していたが Cooper 走の平均値は3173mを示し, 高い全身持久性を示した。女子学生は身体周囲径や体脂肪率が26.6%でやや高く, 全体的に日本人標準値を上回る体型を示し, 1,000m走の平均値は269secで全身持久性は優れていた。
- 2) 男子学生の最大酸素摂取量の平均値と標準偏差は

$4.15 \pm 0.31 \text{ l/min.}$, 体重当たりでは $64.8 \pm 1.7 \text{ ml/kg/min.}$ であり, 日本人標準値よりも36%から38%優れていた。これらの値は, 絶対値としては全日本サッカー選手よりも7%低いが, 体重当たりでは8.9%高い値を示し, 小柄な体型であるが高い酸素摂取能力を示した。しかし, 外国人一流サッカー選手よりも10%から14%低い水準であった。

- 3) 女子学生の最大酸素摂取量の平均値と標準偏差は $2.60 \pm 0.31 \text{ l/min.}$, 体重当たりで $46.5 \pm 5.6 \text{ ml/kg/min.}$ であり, 日本人の標準値よりも27%から35%高い値であった。しかし, 本学テニス部学生よりも9%から13%, バスケットボールおよびフィールドホッケー全日本代表選手よりも19%から24%, 体重当たりで15%から19%低く, 本学女子サッカー部学生の有酸素的作業能力はスポーツ選手としては極めて劣っていることが明らかとなった。

- 4) 男女差についてみると, 本学女子学生の $\dot{V}O_2$ Max は, 本学男子学生の62.7%, 全日本代表選手の58%から64%, 体重当たりでは同じく71.1%, 73%から78%に相当し外国人一流選手の62%から64%に相当することが明らかとなった。

- 5) 本学男子学生の体重当たりの $\dot{V}O_2$ Max は高い値を示したが, 小柄な体型は身体資源が低いことからサッカーパフォーマンスの水準が低くなることが推察された。

参考文献

- 1) Åstrand P. O., and B. Saltin : Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity., J. Appl. Physiol., No. 6, 977-981, 1961 b.
- 2) Åstrand P. O., Kaare Rodahl : Textbook of work physiology ; Mcgrow-Hill, 373-450, 1970.
- 3) 浅見俊雄, 戸刈晴彦 : サッカーの練習時における心拍数の変動について, 新体育社, 1981.
- 4) 足立長彦 : サッカー選手の体力とトレーニング ; J. J. Sports Sci., 2, 801, 1983.
- 5) 江口 潤, 戸刈晴彦 : 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 B, 657, 1988.
- 6) 芳賀脩光 : 有酸素運動のトレーナビリティ ; 真興交易医書出版部, 1991.
- 7) 萩原 仁, 調枝孝治 : 人間の知覚-運動行動, 不味堂, 1975.
- 8) 萩原 仁, 調枝孝治 : 人間の知覚-運動行動のシステム分析, 不味堂, 209-225, 1976.
- 9) 猪飼道夫 : 日本人の体力 ; 日経新書, 106,

- 1970.
- 10) 石崎忠利：サッカー選手の最大作業能について、*体育の科学*，第31巻，7号，499-504，1981.
 - 11) Ishizaki T. : Physical fitness of senior high school football players delegated for the national athletic meets from Tochigi prefecture ; *Bulletin of the faculty of general education, Utsunomiya University*, 10, 109, 1977.
 - 12) 河合一武：7-aside soccer におけるプレーの速さ；*日本体育学会第39回大会号 B*，660，1988.
 - 13) 北川 薫： $\dot{V}O_2$ Max. の規定因子としての除脂肪体重の検討；*体力科学*，第23巻，96，1974.
 - 14) 小林寛道：日本人のエアロビック・パワー ー加齢による体力推移とトレーニングの影響ー；*杏林書院*，1982.
 - 15) 小林美由紀：高校サッカーの年間トレーニングプログラム；*Training Journal*, August, 86, 1990.
 - 16) 黒田善雄：NoⅪ 第10回アジア大会代表選手の体力測定報告；*昭和61年度日本体育協会スポーツ科学研究報告*，23，1986.
 - 17) 難波邦雄：静岡サッカー70年のあゆみ；795，1990.
 - 18) 杉山允宏：愛媛県女子サッカー選手の体力水準；第5回トレーニング科学研究会，プログラム・抄録集，31，1993.
 - 19) Sugiyama Masahiro : A study of physical fitness of university students of judo club in Japan ; *Physical fitness reserch, Baseball magazine co.*, 163-168, 1983.
 - 20) 杉山允宏，岡田栄治：スポーツ活動・身体運動の運動強度，第1報，サッカーの練習強度；*愛媛大学教育学部紀要*，第1部，教育科学，第40巻，第2号，65-76，1994.
 - 21) 杉山允宏：生理的運動強度からみた柔道技能の構造；*昭和62年度文部省科学研究費補助金一般研究*，研究成果報告書，1988.
 - 22) 杉山允宏，三好尊史，上岡範雄：スポーツ活動・身体運動の運動強度，第2報，テニスの基礎技術，*愛媛大学教育学部紀要*，第1部，教育科学，第41巻，第1号，123-136，1994.
 - 23) 杉山允宏，梶谷宗範：スポーツ活動・身体運動の運動強度，第3報，柔道の技別比較，*愛媛大学教育学部紀要*，第1部，教育科学，第41巻，第2号，97-110，1995.
 - 24) 杉山允宏：レディーステニス選手の最大酸素摂取量；*愛媛大学教育学部紀要*，第1部，教育科学，第37巻，165-172，1991.
 - 25) 杉山允宏：大学柔道部学生の全身持久性トレーニングの効果，*愛媛大学教育学部紀要*，第1部，教育科学，第29巻，127-142，1983.
 - 26) 杉山允宏，上岡 孝：成人男子における80% of $\dot{V}O_2$ Max 負荷による全身持久性トレーニングの効果；*愛媛大学教育学部紀要*，第1部，教育科学，第30巻，165-179，1984.
 - 27) 杉山允宏：愛媛大学ボート部員の体格・体力と $\dot{V}O_2$ Max の水準；*愛媛大学教育学部紀要*，第1部，教育科学，第34巻，75-87，1988.
 - 28) 谷口祐子，柳原英児：女子サッカーに関する一考察 ～広島市と清水市の実態調査から～ *Coaching Clinic*, 56, 1990.
 - 29) 高松 薫：ホッケー競技選手のフィールドテストによる体力測定，評価法，その2 シニア，ジュニア，ユースホッケー競技選手の体力の実態；*日本体育協会スポーツ科学研究報告書*，NoⅡ 競技種目別競技力向上に関する研究 ー第11報ー，No. 9，ホッケー，139，1987.
 - 30) 田原靖昭：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*，第39巻，198，1990 .
 - 31) 東京都立大学体育学研究室編，日本人の体力標準値，第四版，不昧堂，1990.
 - 32) 上岡範雄・杉山允宏：有酸素的作業能力に及ぼす水泳トレーニングの影響；*愛媛体育学研究*，第1号，18-25，1995.
 - 33) 上岡範雄・杉山允宏：有酸素的作業能力に及ぼす20週間の水泳トレーニングの影響；*愛媛体育学研究*，第2号，8-15，1996.