

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

杉山 允宏

(保健体育研究室)

岡田 栄治

(宇和中学校)

I. 緒 言

1993年4月、プロサッカー、Jリーグ (Japan Football League) が結成された。チームや選手にたいする熱狂的なファン層は幅広く、見るサッカー人口の増加が伺われる。近年、全国少年サッカー大会参加チームは6,000チーム、高校選手権大会では3,500チームを越えており女子の大会、中高年齢者の大会も盛んに開催されてきている。このようにサッカーは、老若男女を問わずレクリエーションや健康体力づくりも含めて人気のあるスポーツである。

一方、サッカーは、小・中・高・大学の体育教材として欠かすことのできないスポーツのひとつである。幼稚園や小学校低学年ではボールけりとして扱われており、殊に足でボールをコントロールする調整力、即ち神経-筋系機能を高めることに有用である。また高学年から発育発達の著しい時期にかけて、長く続けて走る力をつけ、呼吸循環機能を高めるためにもよい教材である。サッカーは上肢の使用が制限されているため選手一人一人の高度な足さばきやボディコントロールなどの個人技と選手間のコンビネーションプレイやチームプレイが重要である。また、試合時間は80分から90分と長く、しかも広いコートの中でダッシュ、ジャンプ、キックを繰り返しながらの移動距離は8 kmから10 kmと言われておりスピードや持久力など高い無酸素性および有酸素性エネルギーが要求される。

本研究の目的は、日常のサッカー練習が生体にどの程度の負担を与えているのか大学サッカー選手を対象に、主として生理的運動強度について明らかにすることである。これらの実験は練習プログラムの改善やコーチング、運動処方条件を決定するうえで極めて重要な資料を提供してくれるものである。

II. 研究方法

1. 運動強度の指標

生理的運動強度としては、運動時の酸素摂取量 $\dot{V}O_2$ (推定) と心拍数HR の水準および有酸素性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に対する比率 $\% \dot{V}O_2$ Max (推定) と最高心拍数HR Maxに対する比率 $\%HR$ Maxを中心に比較した。また基礎代謝の何倍に相

当するかをみるエネルギー代謝率RMRとエネルギー消費カロリーを換算した。心理的運動強度としては、小野寺、宮下の主観的運動強度表RPE^{9) 13) 15)}を使用した。

2. 最大作業時の呼吸循環機能の測定及び最大下作業時のVO₂-HR関係式の作成

走行条件について、最初の2分間はトレッドミル走に慣れるために勾配は0%で分速60m~200mまで徐々に増速した。この後、椅座位で3分間の休息を取らせた。そして、VO₂-HR関係式を求めるために初期の速度を60m/minで2分、100m/min、150m/min、200m/minで各4分間走行させ各期間の最後の1分間の $\dot{V}O_2$ とHRを測定した。その後 $\dot{V}O_2$ Max、HR Max及びRR Maxを測定するため、1分以内に、勾配を8.6%まで上昇固定し、2分目からは1分毎に10m増速させオールアウトに追い込む方法とした。呼気ガスの採集はダグラスバッグ法とし、O₂及びCO₂濃度の分析は日本電機三栄製の瞬時ガスアナライザーを使用した。HRは胸部双極誘導法、RRはサーミスター法を用いて測定した。^{1) 2)}

3. グラウンドにおける練習時の心拍数の測定

運動時(2分~10分)及び回復時(5分)の心拍数(HR)は胸部双極誘導法を用いて、日本電機三栄製の4chテレメーター及びトーヨーフィジカル製のメモリーマック2機を使用し、6chレコーダーに記録した。メモリーマックの解析は、インターフェイス及びNECのパソコンを使用した。

4. サッカー練習方法の内容

(1) ジョギング : jogging (2分間) (Fig. 1)

ウォーミングアップとしてゴールラインとハーフライン間52mを3往復する。

(2) 基本技術練習 : basic skill (3分間) (Fig. 2)

2人1組で4mの間隔をおきインサイドキック、インステップキック、ジャンピングヘッドの順序で各左右5本ずつその場で試行する。終了直後、両者の間隔を5mとしその場の位置から左右に3m移動しながら同様に5本ずつ試行する。

(3) ボール回し(4対2)攻防練習 : ball pass (6分間) (Fig. 3)

10m四方のコート内で攻撃4人と防御2人によるボール回しをし、防御側がボールを奪ったりボールがコート外に出た場合はすぐに攻撃側に渡し連続して90秒間試行し30秒間スタンディングレストさせ、これを3回繰り返す。

(4) センターリングシュート練習 : centering shoot (10分間) (Fig. 4)

ハーフコートを使用する。センターサークル内に3名入り2回のショートパス後、ゴールラインから30mのタッチライン側に立つウィングにロングパスを送る。ウィングはロングパスをトラップしゴールライン付近までドリブルした後センターリングをし、センターサークル内から走り込んで来た3名がシュートを行う。終了後、ゴールラインはジョギング、タッチラインはダッシュして元の位置にかえる。被検者は左右ウィング各2名である。

(5) コンビネーション(9対7)練習 : combination (10分間) (Fig. 5)

ハーフコートを使用する。攻撃9人防御7人(キーパーを含む)による攻防練習である。攻撃9人が「ゴー」の合図で一斉に約5mのダッシュアンドターンした後で、センターサークルから無作為にボール出しを行い、シュートをするかハーフラインを越えたクリアリング

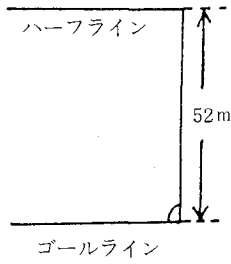


Fig. 1 ジョギング Jogging

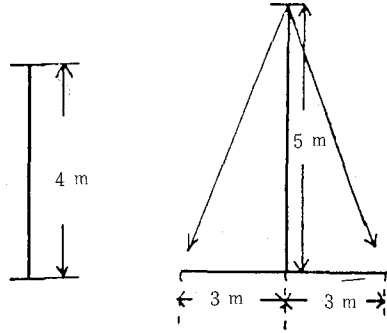


Fig. 2 基本技術 (その場) Basic Skill (移動)

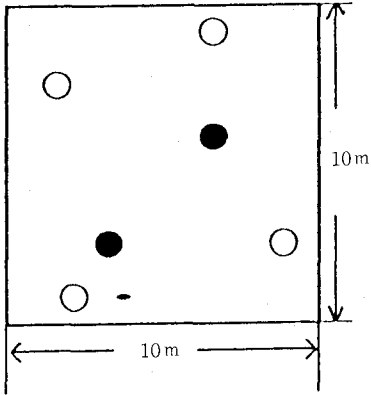


Fig. 3 ボール回し (4対2) ball pass

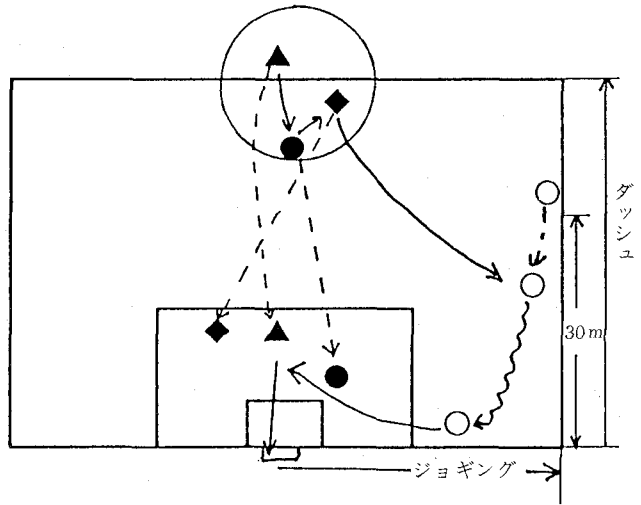
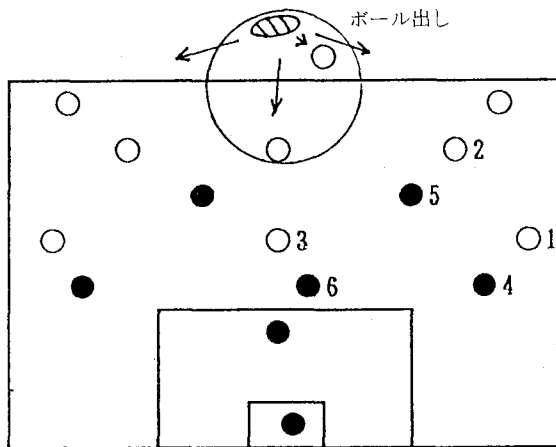


Fig. 4 センターリングシュートの方法 (被検者の動きとボールの動き) centering shoot



- 1 T, O
- 2 Y, W
- 3 K, I
- 4 T, K
- 5 K, U
- 6 J, A

Fig. 5 コンビネーションにおける被検者のポジション Combination

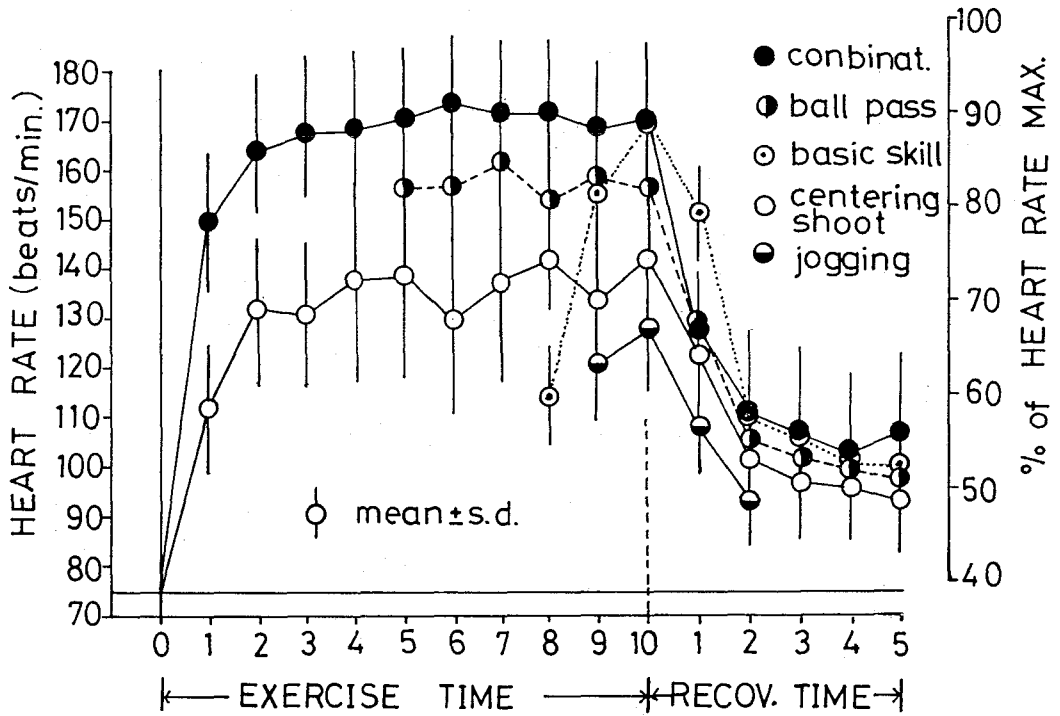


Fig. 6 サッカー練習時の心拍数変動

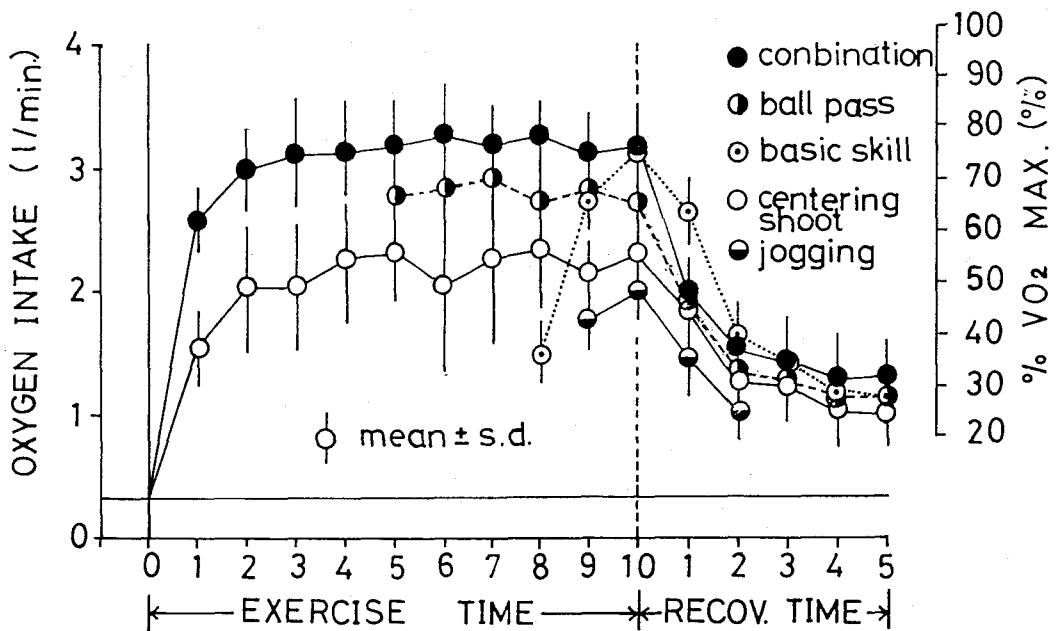


Fig. 7 サッカー練習時の酸素摂取量の変動

があった時点で1回の攻撃を終了し、休息無しで連続して行う。被検者は攻撃3名、防御3名である。

5. 被検者

愛媛大学サッカー部に所属する健康な男子学生で、FW 2名、HB 2名、FB 2名、合計6名である。

III. 研究結果

Table 1 Characteristics of subjects

	Age	Height	Weight	B.S.A.	Experience	$\dot{V}O_2$ Max.	$\dot{V}O_2$ Max.	HR Max.	Cooper Run	Position
Subj.	years	cm	kg	m ²	years	ℓ/min	ml/kg/min	b./min	m	—
T.O.	20.5	161.7	60.0	1.649	10	3.82	63.7	194.9	3100	FW(LW)
K.I.	23.0	171.6	74.5	1.887	13	4.65	62.4	202.8	3150	FW(CF)
Y.W.	22.5	166.2	60.4	1.674	12	3.86	63.9	195.3	3200	HB(LHB)
K.U.	21.3	175.0	65.2	1.809	7	4.27	63.5	186.0	3300	HB(RHB)
T.K.	19.8	174.3	61.0	1.753	5	4.05	66.4	180.3	3100	FB(RFB)
J.A.	21.6	169.8	63.6	1.751	10	4.25	66.8	184.1	3190	FB(ST)
mean	21.5	169.8	64.1	1.754	9.5	4.15	64.8	190.6	3173	—
s.d.	1.2	5.1	5.5	0.087	3.0	0.31	1.8	8.5	75	—

Table 1に被検者の身体的特性を示した。フォワード (FW)、ハーフバック (HB)、フルバック (FB) の各2名であり、サッカー経験年数は平均9.5年であった。平均値と標準偏差を見ると身長は169.8±5.1cm、体重は64.1±5.5kg、 $\dot{V}O_2$ Max. : 最大酸素摂取量は4.15±0.31 ℓ/min、体重当たりで64.8 ml/kg/min、HR Max. : 最高心拍数は190.6±8.5拍/分、であった。

各種サッカー練習の運動強度についてまとめたものがTable2である。また練習時間経過にしたがってHR、%HR Max., 推定 $\dot{V}O_2$ 及び推定 % $\dot{V}O_2$ Max.の値をプロットしたものがFig. 6及びFig. 7である。

Table 2 Motor intensity of soccer practice

items	practice		jogging		basic skill		ball pass		centering shoot		combination	
	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
H.R. (Last 1min.:b./min.)	128.7	7.4	170.2	8.5	156.7	15.5	141.9	22.4	170.8	14.4		
%H.R. Max. (# : %)	67.5	2.3	89.4	4.3	82.3	8.5	74.4	10.5	89.3	5.1		
$\dot{V}O_2$ (estimate # : ℓ/min.)	2.00	0.10	3.14	0.21	2.71	0.56	2.32	0.49	3.18	0.32		
% $\dot{V}O_2$ Max. (# : %)	48.2	1.4	75.8	5.0	65.6	14.1	56.3	14.3	76.8	8.9		
$\dot{V}O_2$ (during exercise: ℓ)	3.24	0.26	6.37	0.53	15.13	2.04	18.75	3.59	28.39	3.51		
O ₂ Debt (five min.: ℓ)	1.94	0.67	6.86	0.65	5.53	1.53	4.98	1.41	6.50	1.78		
O ₂ Requirement (ℓ)	5.19	0.53	13.23	1.13	20.65	3.25	23.73	4.75	34.89	4.73		
Energy expenditure(kcal)	25.9	2.6	66.2	5.7	103.2	16.2	118.6	23.8	174.5	23.7		
Relative Metabolic Rate	11.8	1.3	20.0	1.5	15.6	2.4	10.4	2.1	15.8	2.1		
Rating Perceived Exertion	6.4	0.4	15.3	1.0	13.5	2.1	12.5	1.9	17.3	1.4		

この変動を見てみると、ジョギング：joggingは2分目でほぼ、120~135拍/分、65~70%HR Max., 1.9~2.1 l/分、46~50%VO₂ Max., 基本技術：basic skillでは3分目で162~182拍/分、85~93%HR Max., 2.8~3.3 l/分、72~83%VO₂ Max., 4対2のボール回し：ball passでは、1分目から6分間にわたって、ほぼ140~170拍/分、73~90%HR Max., 2.1~3.3 l/分、52~80%VO₂ Max., センタリングシュート：centering shootでは、120~155拍/分、60~80%

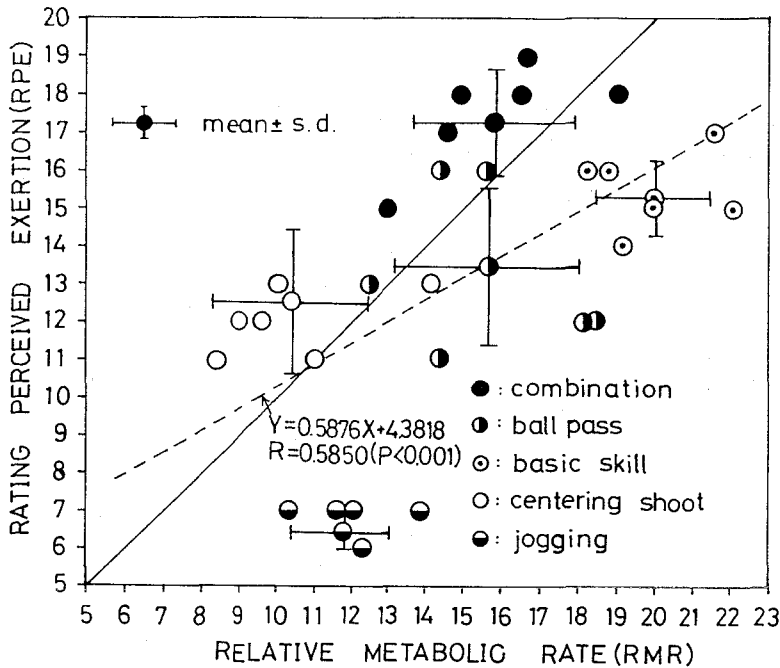


Fig. 8 生理的運動強度（エネルギー代謝率RMR）と心理的強度（主観的強度RPE）の比較

HR Max., 1.8 l/分、40~70%VO₂ Max., コンビネーション：combinationでは、155~180拍/分、82~90%HR Max., 2.8~3.5 l/分、62~80%VO₂ Max.の範囲を示した。

各練習時間の最後の1分間の平均値（Table 2）をみると、基本技術とコンビネーションは170拍/分、89%HR Max., 3.1 l/分、76%VO₂ Max.と極めて類似した比較的高い運動強度を示した。jogging, ball pass及びcentering shootは48~65%VO₂ Max.の範囲であった。5分間の回復時間におけるO₂ Debt：酸素負債量（推定）はjoggingが1.94 l, basic skillが6.86 l, ball passが5.53 l, centering shootが4.98 l, combinationが6.50 lとなり、basic skillのみ酸素負債量の方が運動時のVO₂を僅か上回った。エネルギー消費量（推定）は、combinationが174.5kcalで最も高くなったが、運動1分間当たりではbasic skillが22.1kcalとなり最高値を示した。エネルギー代謝率：R. M. R. (Fig. 8) は、jogging11.8, basic skill 20.0, ball pass 15.6, centering shoot 10.4, 及びcombinationが15.8であった。主観的強度：RPE (Fig. 8)は、joggingが6~7, basic skillが14~16, ball passが11~16, centering shootが11~13, combinationが15~19の範囲にあった。

IV. 論 議

各種身体運動やスポーツ活動の運動強度に関する研究は1970年代の後半から盛んに行われて来ている。その主なねらいは有酸素的作業能力、全身持久性を高め、呼吸循環機能を発達させるのにふさわしい運動量なのか、発育発達水準にふさわしい強度であるのか、また運動それ自体の強度はどうであるのか、障害を生じる強度水準はどこなのか、そして運動刺激として生体に与える負担度はどれくらいが適当であるかといったところにあるようである²⁾。殊に学校体育指導の中でスキル学習に伴うエネルギー消費の程度や各種運動・動作の生体負担度を性、年齢、運動熟練度、体格・体力水準などの要因から階層的に調査し、熟知しておくことは教授—学習過程の最適化を目指す場合に極めて重要となる^{6) 7) 10)}。

サッカーに関わるこれらの研究報告は多く見られる。まず、有酸素的作業能力の指標とされている最大酸素摂取量について見ると、戸苅、松本、久保田たちは大学、高校、ユース候補選手は、 $3.8\sim 3.9$ l/分、 $57.3\sim 63.3$ ml/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は高いことを報告している。被検者の平均値は 4.25 l/分、 64.8 ml/kg/分であり、やや小柄な体格・体型から見ると優れた値と言える。しかし、西ドイツナショナルチームの 75 ml/kg/分やハンガリーユースチームの 70 ml/kg/分など外国のトップクラスの選手に比べると極めて低い。

サッカー試合中の平均心拍数について、Seligerは15分間の8対8のゲームで165拍、久保田はハーフ・コートでの5対5で171.8拍、Smoldakahaは90分のゲームで170拍以上、松本は大学サッカー選手が90分のゲームで164.0拍であることを報告している^{3) 4) 5)}。浅見たちは練習時の心拍数についてサイドキックやヘディングを連続的に実施しても160拍/分前後にしか上昇しないが、1対1、3対1、4対2を1～2分続けると180拍/分まで達し、かなり運動強度が高くなることを報告している。戸苅たちは全日本代表選手の練習中の心拍数及び酸素摂取量について、多人数の持久性トレーニングを含まない練習では、140拍/分 ($34\sim 59\% \dot{V}O_2$ Max) であったが、小人数で行うシュート練習では平均150～160拍/分 ($57\sim 73\% \dot{V}O_2$ Max) 特に10分間のミニゲームでは高い者で $95\% \dot{V}O_2$ Maxまで達した選手がいることを報告している。本研究では、10分間のcentering shoot練習時で142.9拍/分、 $56.3\pm 14.3\% \dot{V}O_2$ Maxを示し、多人数練習の運動強度に類似していた。又、4対2のボール回し練習時ball passでは156.7拍/分、 $65.6\pm 14.1\% \dot{V}O_2$ Maxとなり小人数のシュート練習の運動強度に類似していたが浅見の報告よりも低い値であった。10分間combination練習時(9対7)では、170.8拍/分、 $76.8\pm 8.9\% \dot{V}O_2$ Maxとなり80～90%に達する者もあり、戸苅たちのミニゲームに近い運動強度が推察された。湯浅たちは一般人を対象にインサイドキックでその場パスを行わせたときのHRと $\dot{V}O_2$ は、120拍/分、 1.0 l/分にしか高まらないが、左右に3 mの移動を加えると最大頻度(30回パス/分)では180拍/分、 3.0 l/分以上に高まり、 $80\% \dot{V}O_2$ Max以上の強度に達したことを報告している。本研究の3分間基本技術練習時basic skillでは、インサイドキック、インステップキック、ヘディングの順で各10本ずつ、その場と3 m移動を実施したところ、運動終了前1分間で170.2拍/分、 3.14 l/分、 $75.8\pm 5.0\% \dot{V}O_2$ Maxに達していた。しかも、5分間の酸素負荷量が6.86リットルの最大値を示し、エネルギー代謝率RMRは20.0が最高値であった。これらの結果はパスの頻度よりも、移動を伴う5 mパスに移行することによって明らかに運動強度が高まることを証明しており、湯浅たちの¹⁸⁾運動強度を決定する要因が身体移動を伴うことにあるという報告と一致するものである。

生理的強度と主観的強度の相関関係について見ると

HR (Y) とRPE (X) の間には

$$Y=3.9797X+99.2914 \quad R=0.7323 \quad (P<0.001)$$

$\dot{V}O_2$ (Y) とRPE (X) の間には

$$Y=0.1103X+1.1945 \quad R=0.7747 \quad (P<0.001)$$

% $\dot{V}O_2$ Max (Y) とRPE (X) の間には

$$Y=2.7389X+27.9723 \quad R=0.7742 \quad (P<0.001)$$

となり統計的に有意な高い相関関係が認められた。このことから主観的に感じるランクから生理的運動強度の推定が容易となり、現場での利用が可能となる。

% $\dot{V}O_2$ Max (Y) と心拍数 (X) との間には

$$Y=0.5860X-24.9102 \quad R=0.9006 \quad (P<0.001)$$

の有意な相関関係が認められたことから、現場で測定可能な心拍数から全身持久性の強度水準を推定することが可能となった。

また、主観的強度RPEとエネルギー代謝率RMR (Fig. 8) の関係を見ると生理的に最も高い強度を示した基本技術basic skillの心理的強度は明らかにcombinationよりも2ランクほど楽に感じていた。またball passとcombinationのRMRは等しいがball passの方が4ランクも楽に感じていた。同時にball passとcentering shootの間のRPEの差は僅か1ランクなのにRMRはball passの方が5以上高い強度であった。

また、4対2のball passにおけるオフenseとディフェンスの間、combinationにおけるストッパーと他の選手間のRPEには0.1%水準で統計的に有意差が認められた。このことは、4対2におけるオフenseやcombinationにおけるストッパーは他の選手と比較してダッシュが少なく移動距離が短いことなどから心理的強度が低くなるものと考えられる。

本実験ではウォーミングアップとしてのジョギングが当然のことながら、最も強度が低く、基本技術練習やコンビネーション練習が高い強度を示した。特に基本技術練習は3種類の技術を短時間に、短い距離を速くしかも連続的に継続しそして移動運動を加えることによってアネロビックワークにまで高めていることが明らかとなった。また、センターリングシュートはセンターリングをするウィングの方がシュート終了後の休息時に著しい回復(15~20拍/分)が見られるシューターよりもHRが30拍/分も高く、練習様式の違いにより運動強度が異なることが明らかとなった。しかし10分間のHRの変動からみてエアロビックエクササイズの強度のレベルであることが明らかとなった。また、4対2のボール回しball passについては、10m四方の狭い空間での微細で俊敏な攻防動作が70% $\dot{V}O_2$ Maxレベルまで強度を引き上げているものと推察される。これらの5種類のサッカー練習間で運動強度(%HR Max, 及び% $\dot{V}O_2$ Max)に有意差が認められなかったのはjoggingとcentering shoot及びbasic skillとcombinationであった。その他の間には全て有意差が認められた。

以上のことから、運動強度の感じ方と生体の反応の差は練習時間の長さ、人数、コート空間の広さ、ダッシュやランニングの頻度と距離、休息の取り方、さらには選手のポジション、熟練度や練習への取り組み方などによって、かなり影響を及ぼすものと考えられる。生理的及び主観的強度の指標の目安としてこれらの知見を部活動や体育授業の中で生かすためには、学習目的、練習目的、全身持久性の発達水準、運動技能水準などに応じた教授-学習プログラムの計画・実践・最適化の手順が重要となろう。^{10) 11) 12)}

V. 要 約

年齢19.8歳から23.0歳までの健康な大学男子サッカー選手6名を対象に、日常の練習内容に準じたジョギング、基本技術、ボール回し（4対2攻防）、センターリングシュート、及びコンビネーション（9対7攻防）の5種類の練習方法の生理的及び主観的運動強度の相違について比較検討した。結果は次のように要約される。

- (1) 練習終了前1分間のHR, %HR Max, $\dot{V}O_2$, % $\dot{V}O_2$ Maxの平均値は次のとおりとなった。

jogging	: 128.7拍, 67.5%HR Max, 2.00 l, 48.2% $\dot{V}O_2$ Max
basic skill	: 170.2拍, 89.4%HR Max, 3.14 l, 75.8% $\dot{V}O_2$ Max
ball pass	: 156.7拍, 82.3%HR Max, 2.71 l, 65.6% $\dot{V}O_2$ Max
centering shoot	: 141.9拍, 74.4%HR Max, 2.32 l, 56.3% $\dot{V}O_2$ Max
combination	: 170.8拍, 89.3%HR Max, 3.18 l, 76.8% $\dot{V}O_2$ Max
- (2) 5種類のサッカー練習間で運動強度(%HR Max及び% $\dot{V}O_2$ Max)に有意差が認められなかったのはjoggingとcentering shoot及びbasic skillとcombinationであった。その他の間には全て有意差が認められた。
- (3) 基本技術: basic skillの酸素負債量は酸素需要量の50%を越え、パスの頻度ではなく移動運動が運動強度を高める要因となることが示唆された。
- (4) エネルギー代謝率: RMRと主観的強度: RPEの平均値は次のようになった。

jogging	: 11.8, 6.4
basic skill	: 20.0, 15.3
ball pass	: 15.6, 13.5
centering shoot	: 10.4, 12.5
combination	: 15.8, 17.3
- (5) 主観的強度と生理的強度の間には下記のとおり有意な相関関係が認められた。

HR (Y) - RPE (X) では

$$Y = 3.9771X + 99.2914 \quad R = 0.7323 \quad (P < 0.001)$$

$\dot{V}O_2$ (Y) - RPE (X) では

$$Y = 0.1103X + 1.1945 \quad R = 0.7747 \quad (P < 0.001)$$

% $\dot{V}O_2$ Max (Y) - RPE (X) では

$$Y = 2.7389X + 27.9723 \quad R = 0.7742 \quad (P < 0.001)$$
- (6) % $\dot{V}O_2$ Max (Y) とHR (X) の間には

$$Y = 0.5860X - 24.9101 \quad R = 0.9006 \quad (P < 0.001)$$

の有意な相関関係が認められ、現場での心拍数の測定から全身持久性の強度水準を推定することが可能となった。
- (7) 生理的強度は類似していても主観的にはディフェンダーの方がきつく感じたり、同じポジションでもパスの頻度、移動速度や距離、休息の取り方、熟練度、練習への取り組み方などを含めた練習様式の違いによって生体に与える負担度がかなり異なることが明らかとなった。

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. 16, 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, 戸苅晴彦: サッカーの練習時における心拍数の変動について, 体育学研究, 第12巻, 5号, 129, 1967
- 4) 浅見俊雄: スポーツの科学的研究, レビューシリーズ1. サッカー, 新体育社, 1981
- 5) 浅見俊雄: 走る運動と心拍数, 体育の科学, 第26巻, 12号, 851-854, 1976
- 6) 萩原 仁, 調枝孝治: 人間の知覚-運動行動, 不味堂, 1975
- 7) 萩原 仁, 調枝孝治: 知覚-運動行動のシステム分析, 暖味堂, 209-225, 1976
- 8) 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
- 9) 小野寺孝一, 宮下充正: 走速度と運動強度感覚, 体育の科学, 第26巻, 12号, 855-857, 1976
- 10) 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
- 11) 杉山允宏: 愛媛県女子サッカー選手の体格・体力の水準, トレーニング科学研究会抄録, 1993
- 12) Sugiyama Masahiro : A study of physical fitness of university students of judo club in Japan, Physical fitness research, baseball magazine sha, 163-168, 1983
- 13) 鈴木 滋, 戸苅晴彦: サッカー選手の最大無酸素パワー, 日本体育学会第39回大会号B, 658, 1988
- 14) 芝山秀太郎: 壮年期の体力づくりと各種スポーツの運動強度のとらえかた, 体育の科学, 第37巻, 10号, 760, 1987
- 15) 梅林 薫: Warming-upの強度に関しての一考察: 日本体育学会第35回大会号, 271, 1984
- 16) 山中邦夫: プロサッカーチームのゲームにおける移動距離, 日本体育学会, 第37回大会号A, 306, 1986
- 17) 吉田勝志: サッカーの合宿練習中の心拍数, 歩数及び主観的強度に関する研究, 日本体育学会第37回大会号A, 305, 1986
- 18) 湯浅景元: テニス・サッカー・バレーボールの有酸素的作業強度, 中京大学体育学部紀要, Vol. 17. No. 3, 51-62, 1976

Motor Intensity of Physical Exercise and Sports Activity
—Report I— Motor intensity of soccer practice

Masahiro SUGIYAMA

Faculty of Education, University of Ehime
Bunkyo, Matsuyama, Ehime, Japan

Eiji OKADA

Uwa Junior High School
Uwa, Higashi Uwa, Ehime, Japan

Abstract

Motor intensity of soccer practice was studied on six male university soccer club members, aged 19.8 to 23.0 years.

On this study five daily soccer practice were chosen:

(1) jogging for two minutes (2) Basic skill of inside kick, instep kick and jumping head were in use for three minutes. (3) Offence and defence of ball passing for six minutes: four men to two men. (4) Centering shoot for ten minutes. (5) Combination play for ten minutes : nine to seven. Five minutes recovery time were taken at sitting position after these practice were made. Telemeter method were adopted to calculate the heart rate during exercise and recovery times.

The maximum oxygen intake (Douglas-Bag method) and maximum heart rate were measured by treadmill all-out running continuously after submaximal exercise test for estimate oxygen intake from heart rate during practice. The results obtained were as follows:

1) The mean value of HR, %HR Max, $\dot{V}O_2$, and % $\dot{V}O_2$ Max in last one minute for five soccer practice were as follows:

jogging	; 128.7 beats, 67.5 %HR Max, 2.00 l, 48.2 % $\dot{V}O_2$ Max
basic skill	; 170.2 beats, 89.4 %HR Max, 3.14 l, 75.8 % $\dot{V}O_2$ Max
ball pass	; 156.7 beats, 82.3 %HR Max, 2.71 l, 65.6 % $\dot{V}O_2$ Max
centering shoot	; 141.9 beats, 74.4 %HR Max, 2.32 l, 56.3 % $\dot{V}O_2$ Max
combination	; 170.8 beats, 89.3 %HR Max, 3.18 l, 76.8 % $\dot{V}O_2$ Max

2) Significant difference was not recognized between jogging and centering shoot, basic skill and combination about %HR Max and % $\dot{V}O_2$ Max. Others were recognized in all practice.

3) Oxygen debt of basic skill exceeded fifty percents of oxygen requirement. It was pointed out that physical movement increase motor intensity more than frequency of ball passing.

4) The mean value of relative metabolic rate (RMR) and rating perceived exertion (RPE) were as follows:

jogging : 11.8 and 6.4, basic skill : 20.0 and 15.3, ball pass : 15.6 and 13.5, centering shoot : 10.4 and 12.5, combination : 15.8 and 17.3.

5) The coefficient of correlation computed between physiological and psychological intensity was significant statistically ; HR-RPE:R=0.7323 (P<0.001), VO₂-RPE:R=0.7747 (P<0.001), % $\dot{V}O_2$ Max:R=0.7742 (P<0.001).

6) The coefficient of correlation computed between % $\dot{V}O_2$ Max and HR was significant statistically (R=0.9006 P<0.001).

7) It was obvious that intensity of load for body change by various factors such as frequency of ball passing, velocity of move, distance, resting time, skill level and face to practice.