

各種フットボールにおけるエネルギー消費に関する研究 ——サロンフットボールについて——

Energy expenditure during game of Saloon footballers

秋田信也(東邦大学) 菊地武道(千葉大学) 椿 恒城(東邦大学)
SHINYA AKITA TAKEMICHI KIKUCHI TUNEKI TUBAKI

I 研究目的

最近少年から一般人まで、サロンフットボール、ガーデンフットボール、ソフトサッカー等の各種フットボールが、確実に普及しつつある。その理由として、体育館や小学校の校庭、公園等の狭いスペースで行われ、しかも少人数で手軽に実施できることがあげられる。特に使用ボールが、はねかえり係数0.4以下の¹⁶⁾サロンフットボールは、ボールコントロールが容易であり、幼児や女性もすぐゲームを楽しめるという特質を持っている。

又高い技術を習得したプレーヤーのゲームは、スキルフルで、スピーディであり、1チーム5名という少人数の事もあって、プレーヤーがボールにプレーする回数は、サッカーのゲームに比して数倍多くなる。したがって運動強度も大変強いものと思われる。

しかしこのサロンフットボールは、ブラジルでは、50年以上の歴史をもっているにもかかわらず、日本に紹介されて、わずか10年に満たない。

本研究の目的は、サロンフットボールのゲーム中における運動強度およびエネルギー消費量を明らかにすることである。

II 方 法

1) 被験者

過去3年以上、週1回、サロンフットボールを1時間程度楽しんでいる、高校生5名のフィールドプレーヤーである。このうち2名は、83年インターハイ(サッカー)に千葉県代表で出場した1名と同校サッカー部員1名を含んでいる。その身体特性は、表1のとおりである。このチームの名前はみつわ台FCという。

Table 1					
name	age	height (cm)	weight (kg)	trai/we	saloon/we
T.OKAMOTO	17	174	65	1	1
H.TAWARA	17	174	64	1	1
S.KAKEMOTO	16	164	55	6	1
Y.MASUDA	15	166	54	6	1
K.NOMURA	16	166	58	1	1

2) トレッドミル走

83年10月18日、19日、千葉大学教養部、保健体育実験室において、トレッドミルのスピードを120m/min、150m/min、180m/minと、3分ごとに負荷を漸増した。その後は、1分ごとに勾配を2%ずつ漸増しオールアウトまで続けた。同時に、HR（心拍数）は、胸部誘導による心電図テレメーターにて電送記録し、呼気ガスは、2分～3分、5分～6分、8分～9分、その後は1分ごとに、ダグラスバックに採気し、 O_2 、 CO_2 を、日本電気三栄KK製1H21A型呼気ガスモニターにて O_2 、 CO_2 を測定し、ガスメーターにて呼気量を測定した。

この走行中のHRと $\dot{V}O_2$ の関係から個人別に、 $\dot{V}O_{2max}$ と「 $HR \cdot \dot{V}O_2$ 」の関係式を求めた。室温は20.5℃、湿度は71%であった。

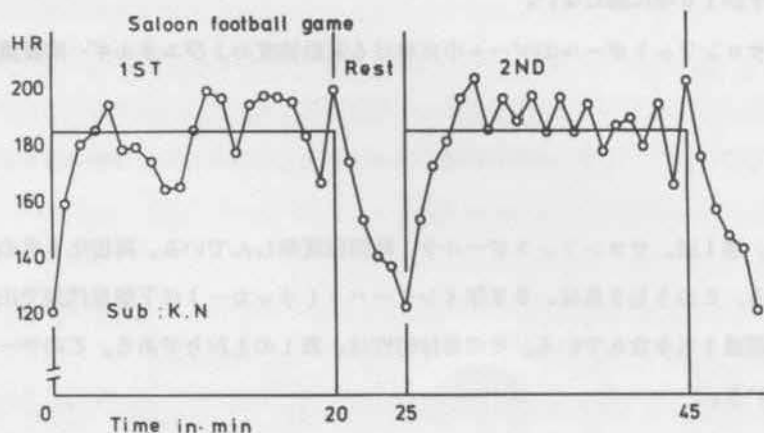
3) サロンフットボールゲーム

83年10月16日、東邦大学体育館で行われた第1回サロンフットボールリーグ戦の第1試合と第3試合の、対ブラジル研修生（日系2世のチーム）、対東邦大学サロンフットボールクラブ戦の、みつわ台FCについて測定した。

HRは、日本光電医用テレメーターECGZB-1419により胸部導出でプレーに支障のないように装着して、相手チームの了解を得てゲーム中連続記録した。

ゲームは、メンバー交代があり各試合に続けて出場した、3名と2名、計5名のフィールドプレーヤーについて集計した。ゴールキーパーについては、記録しなかった。

集計は、ゲーム開始1分前からゲーム終了5分後まで、1分ごとに30秒間のHRをカウントして1分間換算して、心拍数変動を求めた。（図1）



各個人の運動強度は、平均心拍数と、平均心拍数および前述の「 $HR \cdot \dot{V}O_2$ 」の関係式から算出して、 $\% \dot{V}O_{2max}$ であらわした。室温は、20.5℃、湿度は73%であった。

III 結果と考察

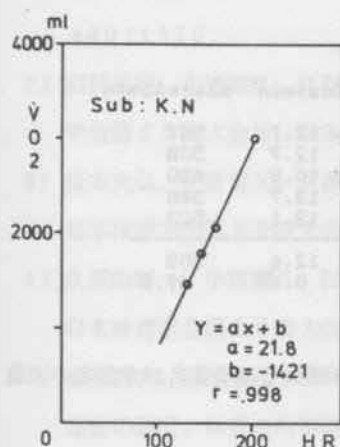
トレッドミル走の最大運動テストにおいて被験者の $\dot{V}O_2\max$ は、平均で 53.7 (SD 3.3) $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ であり、岩村英吉等²⁾(1978)の高校生の $\dot{V}O_2\max$ より低い値を示した。

個人については、高校サッカー部に活躍しているS.Kが $57.2 ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ 、Y.Mが $58.2 ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ と他の3名より5 mlから9 ml高い値を示したが、岩村等の平均 $61.8 ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ より低いものであった。(表2)

name	$\dot{V}O_2\max$ ($l \cdot min^{-1}$)	$\dot{V}O_2\max$ ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$)	maxHR ($beat \cdot min^{-1}$)	allout time
T.OKAMOTO	3.317	51.04	203	15'00"
H.TAWARA	3.304	49.89	187	14'15"
S.KAKEMOTO	3.139	57.07	195	16'00"
Y.MASUDA	3.143	58.20	189	17'12"
K.NOMURA	3.009	52.30	202	15'05"
$\bar{X}$	3.182	53.70	195	15.46
SD	0.115	3.32	6.5	1.01

HRと $\dot{V}O_2$ の関係を、トレッドミル走テストから回帰方程式で求めた結果は、T.O. $y = 35.4x - 3903$ 、H.T. $y = 29.9x - 2313$ 、S.K. $y = 27.4x - 2210$ 、Y.M. $y = 23x -$

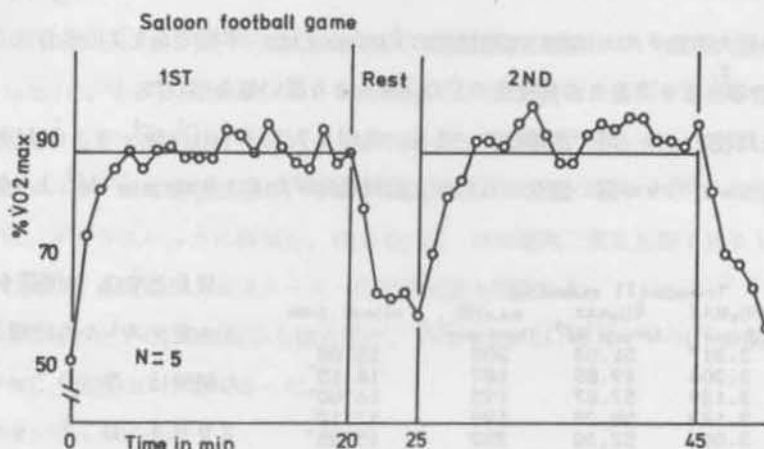
1215、K.N. $y = 21.8 - 1420$ でありこれ等の相関の平均は、 0.991 と 0.1% 水準で有意な相関を示した。図1は、K.NのHRと $\dot{V}O_2$ の関係であるが、他もほぼ同様であった。



この回帰式をもちいて、サロフットボールのゲーム中の $\% \dot{V}O_2\max$ を求めたものが表3である。ゲーム中の $\% \dot{V}O_2\max$ は、平均で $88.1\% \dot{V}O_2\max$ と高い運動強度を示した。これは、岩村英吉²⁾のサッカーのゲーム中における、 $75.2\% \dot{V}O_2\max$ やポジション別の最も高いフォワードの $83.0\% \dot{V}O_2\max$ よりも高いものであった。

前半と後半で見ると、後半の方が、 $88.9\% \dot{V}O_2\max$ と高い強度を示したが、これは、ゲーム内容が、第1試合(ブラジル研修生9-7みつわ台)、第3試合(東邦大学6-9みつわ台)と得点が多く後半に勝敗が決まる接戦になったため、運動強度が高くなったものと思われる。

name	1st		2nd		total	
	$\dot{V}O_2\max$ ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$)	meanHR ($beat \cdot min^{-1}$)	$\dot{V}O_2\max$	meanHR ($beat \cdot min^{-1}$)	$\dot{V}O_2\max$	meanHR ($beat \cdot min^{-1}$)
T.OKAMOTO	51.04	181	89.2	182	89.6	182
H.TAWARA	49.89	162	86.6	161	86.1	162
S.KAKEMOTO	57.07	152	77.9	167	85.6	159
Y.MASUDA	58.20	171	90.5	172	91.0	172
K.NOMURA	52.30	183	90.6	186	92.1	185
$\bar{X}$	53.7	169.8	87.0	173.6	88.9	172
SD	3.7	11.7	4.8	9.3	2.6	10.4



ゲーム中のエネルギー消費については、個人の $\dot{V}O_2 \cdot \ell \cdot \text{min}^{-1}$ より、運動中、 $O_2 1 \ell$ で炭水化物が燃焼したとすると、約5 kcal発生する。このことから、平均で1分間、2.5 ℓ 消費すると12.6 kcal消費したことになり40分のゲームであったので50.3 kcal消費している。これは、山岡誠一¹⁵⁾(1956)報告の高校生のサッカーゲーム70分間のエネルギー消費49.0 kcalより高い値を示した。

Table 4 saloon football game							
name	peakHR (beat·min ⁻¹)	meanHR (beat·min ⁻¹)	SD	minHR (beat·min ⁻¹)	mean $\dot{V}O_2$ ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	Kcalmin ⁻¹	Kcal*40min
T. OKAMOTO	200	182	13.3	162	2.536	12.7	507
H. TAWARA	181	162	11.8	143	2.541	12.7	508
S. KAKEMOTO	186	159	17.2	140	2.151	10.8	430
Y. MASUDA	184	172	11.3	145	2.744	13.7	548
K. NOMURA	203	185	12.5	164	2.616	13.1	523
$\bar{X}$	191	172	13.2	151	2.518	12.6	503
SD	8.9	10.4	2.1	10.1	0.198	0.97	39.5

表4に示したエネルギー消費は、個人差があり、なかでも高校サッカー部員である2名が5名の中で高と最低を示した事は、プレーの性質上興味深い結果として現われた。

サロンフットボールは、フィールドプレーヤーが4人のため、ポジションは、自然にローテーションするが、タイプとして、フィックス(バック)から得点に関係するオープンスペースに出て行ってプレーするタイプと、フォワードの位置でオープンスペースを作り出し、又は、相手のボールを奪いに行く、センターフォワードやサイドのタイプの運動量には、差があるようである。

そういった事を考慮してもサロンフットボールは、運動強度や消費エネルギーから、持久性については、自然にインターバルトレーニング的になっており、そのトレーニング効果は、多いに期待できるものである。又ボールにプレーする回数が多い事から、青少年のボールコントロール、ボディバランス、ひいては、巧緻性、体力等の向上に楽しみながらトレーニング効果のあがる種目である。

IV 要 約

1. 被験者は、週1回サロンフットボールゲームを楽しんでいる高校生男子5名であった。
2. トレッドミル走により、個人のHRと $\dot{V}O_2$ の回帰式および $\dot{V}O_{2\max}$ を求めた。
3. サロンフットボールのゲーム中のHRを、胸部誘導法により記録した。
4. ゲーム中のHRについて、トレッドミルで求めた回帰式により、間接的に $\% \dot{V}O_{2\max}$ を求め運動強度とした。
5. ゲーム中の平均 $\dot{V}O_2$ より40分間のゲームの消費エネルギーを算出した。
6. サロンフットボールのゲームは、平均 $\dot{V}O_{2\max}$ の88.1%と高い運動強度であった。
7. 消費エネルギーは、1分間12.6 kcal、40分間のゲームで500 kcal消費している。

本研究に際し、アドバイスを頂いた、和洋女子大学清野幸也講師、被験者として多大の協力をして頂いた、みつわ台FCの方々に深く感謝の意を表します。

V 参考文献

- 1) Astrand, P.O. and Rodahl, K. 朝比奈一男訳： O_2 摂取量の測定、運動生理学：P463-480：1970
- 2) 岩村英吉、小宮喜久、久保田洋一：サッカーのトレーニング計画に関する研究（第4報）、日本体育学会第29回大会号、日本体育学会：P455：1978
- 3) 松本光弘、小宮喜久、久保田洋一、岩村英吉：サッカーのトレーニング計画に関する研究（第2報）、日本体育学会第28回大会号、日本体育学会：P532：1977
- 4) 久保田洋一、小宮喜久、松本光弘、岩村英吉、サッカーのトレーニング計画に関する研究（第3報）、日本体育学会第28回大会号、日本体育学会：P525：1977
- 5) 福永哲夫、湯浅景元：全身持久性トレーニング手段としてのテニス、サッカー、バレーボールの基本運動の強度、体育の科学第6巻、体育科学センター：P99-95：1978
- 6) 石河利寛、前嶋孝、青木純一郎、浪越信夫：全身持久力向上のための強い強度一短時間運動および弱い強度一長時間運動プログラムの効果、体育科学第4巻、体育科学センター：P13-19：1976
- 7) 加賀谷熙彦、山本和雄：軟式テニスの運動強度、体育科学第5巻、体育科学センター：P117-122：1977
- 8) 浅見俊雄、戸荻晴彦、菊地武道：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、日本体育学会：P129：1967、11
- 9) 中西光雄：エネルギー代謝と運動、体育生理学実験、技術書院、P101-125：1968
- 10) 岩村英吉、小宮喜久：心拍数摂取量関係を用いた、サッカー試合の運動強度の研究（2）、ヤングフットボーラーの実態調査、日本サッカー協会：P127-133：1978

- 11) 石崎忠利、中里一彦、竹之木進、漆原誠：女子サッカーの運動強度について、*体育の科学* 10：P505-509：1982
- 12) PAUL S FARDY : Effects of Soccer training and detraining upon selected cardiac and metabolic measures, *Res. Quart.* 40:p502-508 .1969
- 13) THINAS, R and VAUGHAN, T : Estimated daily energy expenditures of professional association footballers. *Ergonomics*. 5:p541-548 .1979
- 14) STANLEY P. SADY, MARK P. SAVAGE, WADE H. THOMSON and MARLEN M. PETRATIS : The Reliability of the $\dot{V}O_2$ -HR Relation During Graded Treadmill Exercise in Prepubertal Boys and Adult Men, *Res. Quart.* 54:p302-304. 1983
- 15) 浅見俊雄：最大酸素摂取量、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：P69-86、P100-101、P255-269：1981
- 16) 秋田信也、椿恒城、中沢克江：各種フットボールの規格に関する研究、*東邦大学教養紀要*、第14号、P75-82：1982
- 17) 秋田信也、椿恒城、鎌田正裕、中沢克江、菊地武道、川合武司、久保田洋一：サッカーボールの研究 I、*日本体育学会第33回大会号*、P399：1982
- 18) 秋田信也、椿恒城、菊地武道、中沢克江：サッカーボールの研究II、*日本体育学会第34回大会号*、P631：1983

(昭和58年11月受付)