

バドミントンの素振り練習による 身体トレーニングについての検討

阿部 一佳, 須田 和裕*
鷗木 秀夫**, 加藤 幸司**

Study on Physical Training in Shadow-badminton

Kazuyoshi ABE, Kazuhiro SUDA, Hideo IKARUGI and Koji KATOU

Abstract

The purpose of this study is to investigate the term of shadow badminton, mimming only the stroke, a stroke for smash a sec., for physical trainings, which is performed in an intermittent exercise. The terms of this test was varied according to defined patterns of the time relation between exercise periods and rest periods. The work intensity during the test for 15 min., with the time-ratio for the exercise (5 sec.) and the rest (10sec.) (E : P=1 : 2), was too low to evaluate the aerobic work capacity of the elite-players. With the time-ratio for the exercise: the rest of 5: 5sec. or 10: 10sec., the oxygen uptake in ml/min. Kg and the heart rate of all subjects reached plateau after 3 4min., the recreational players and female junior players exhausted after 4 13min., The enargy demands of all subjects during the tests, expressed in absolute units as oxygen uptake in ml/min.kg and heart rate, were almost in the same level. These results suggest that duration may be used as an index of total work output, aerobic work capacity, during these short-priod intermittent exercise. Compared with shadow badminton and actual competitive games, average oxygen uptake during the shadow badminton was close to or same as the level of it during the games, but average heart rate during the shadow badminton was a little lower than the level of it during the same games. Then, we may consider such things, when we may perform the shadow badminton as physical training for competitive badminton.

Key words: shadow-badminton • stroke • physical training.

* 高知学園短期大学助手
** 筑波大学大学院体育研究科

I. 緒 言

バドミントン・ゲームの中で観察されるプレーヤーの身体運動は、一般に、移動運動(travel)と打球運動(stroke production)に大別される。したがって、補強的なトレーニングにおいても、以上のようなゲームの運動要素に対する認識の影響から、移動運動と打球運動の二つの系統に分けて行われることが多い。

ところで、移動運動については、エルゴメーターを用いるエルゴメトリーによって得られる $M \cdot KG \cdot S$ 単位系の物理量を、生理学的な諸計測システムから得られる生理学的なデータと対応させながら、プレーヤーの能力や実行した運動の運動強度を運動負荷との関係において定量的に測定・評価することができ、トレーニング効果についても比較・検討する方が開かれている。

これに対して、打球運動については未だ適切なエルゴメトリーが構成されておらず、生理学的なデータと対応させるべき物理量の長時間に亘る多量な情報の収集は難しい。そのために打球運動のトレーニングを構成するための目安になる情報¹⁾は、これまでに何も報告されていない。

そこで、本研究では、打球運動のトレーニング形態としてよく用いられる素振り運動*をとり上げ、これを各競技水準のプレーヤーに行わせて、その運動強度を測定し、それらの結果を比較して、素振り練習によるトレーニングの条件を検討してみた。

*シャトルをストロークすると同じようにラケットをスイングするが、実際にはシャトルを用いない運動。英語では単に〈only mine the stroke〉と記すが、時には shadow badminton とする場合もある。しかし、この場合は移動運動も含まれることがあるので〈 〉の記述を付記して区別することもある。

II. 方 法

1. 被検者

被検者は4群(13名)からなる。第1群(2名)は国内のトップクラスにある者、第2群(4名)は関東学生1部リーグの低いレベルのレギュラーで、いずれも大学体育会の同じクラブに所属し、週5日以上トレーニングを行っていた。第3群(4名)は大学同好会のトップレベルにある者で、週3日以内のトレーニングを行っていた。第1～3群は全て男子大学生である。第4群(3名)は県代表の水準にある中学生女子で、週5日間以上のトレーニングを行っており、本研究の素振り条件の妥当性を見るために被検者とした。各群の身体的特徴は表1のようであった。

2. 測 定

素振り運動と、必要のある場合にはゲーム中とトレッドミル走とについて、以下の測定を行った。

1) 呼気の採集と分析

呼気をダグラスバッグ法で採気し、ベックマン分析器により分析した。なお、採気は素振り時には〈安静時、運動中各毎分、リカバリーの1分間〉、速度漸増負荷法を用いたトレッドミル走による最大酸素摂取量(以下 $\dot{V}O_2$ と記す)の測定時には運動中の各毎分、シングルス・ゲームにおいては運動が有酸素的な状態に入ったと考えられる〈3～4分、7～8分、11～12分、ゲームの終了時点の各1分間〉について行われた。

2) 心拍数の記録

心拍数は、胸部双極誘導による心電図法を用いて連続記録し、R-R間を1拍としてカウントした。

3. 素振り運動の形態

素振り運動の形態的な条件は以下のように決めた。

1) スイングのタイプ：オーバーヘッド・

表1 被験者の身体的特徴

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	12分間走 (m)	$\dot{V}O_{2\max}$ (ml/min・kg)	バドミントンの経験年数 (年)
第1群	A 21	173.0	68.0	3,100	70.5 (トレッドミル)	10
	B 21	162.0	62.0	3,100	—	7
第2群	C 19	170.8	53.0	3,150	64.8 (トレッドミル)	7
	D 20	170.0	65.0	3,150	(54.0(自転車エルゴメーター))	8
	E 19	172.1	72.3	3,000	(54.0(自転車エルゴメーター))	4
	F 20	175.1	64.0	3,000	(54.0(自転車エルゴメーター))	2
第3群	G 22	166.1	62.1	2,800	—	10
	H 22	174.9	72.5	2,800	—	10
	I 22	173.6	63.9	2,650	—	10
	J 21	172.1	61.3	2,800	—	10
第4群	K 14	157.2	47.0	(2000m) 10'06"	—	2
	L 14	156.1	43.5	(2000m) 9'25"	—	2
	M 14	158.4	45	(1000m) 3'51"	—	2

* 本時の研究によって得られたものではないが、同時期に記録されたものである。参考のために載せた。

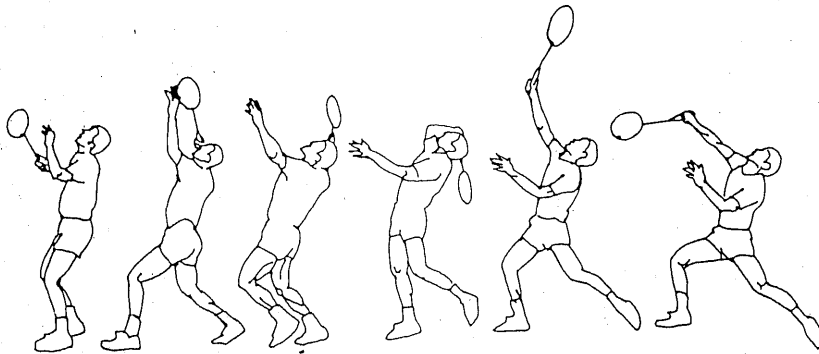


図1 素振りの運動イメージとして用いた運動の形態的経過
空中で腰をツイストし両足を踏み替える最も基本的な打球運動

タイプからなるスマッシュのためのフル・スイングとし、各スイング毎に全力で振るものにした。

2) 運動経過：運動の形態的経過は図1のようなイメージのようなものとした。即ち、右足前の構えから開始する。次いで、この足を後方へ引き、身体を空中へジャンプさせ、空中での腰のツイストを利用しながら素振りを行う。ここで左右の足を踏み替え、左足前の姿勢で着地する。これを反復する。

空中での左右足の踏み替えが行われるのは、この運動によって生じる利き腕側の足の振り上げ(スプリットという)の角運動量を、ラケット・腕一系の振り運動の角運動量に見合わせ、これを相殺(保存)し、姿勢を安定

させるためである。軽いジャンプはこのための必要条件の一つ²⁾であり、オーバーヘッド・タイプのこのようなスイングは、バドミントンの打法の中で最も基本的なものの一つである³⁾。

4. 素振りの運動負荷条件

素振りの運動負荷条件を以下のように設定した。

1) 1秒1回の素振り

実際のゲームでのストローク間の平均時間はシングルスで約1秒(したがって1人のプレイヤーは2秒に1回打つことになる)⁴⁾、ダブルスでは0.5~0.6秒(一方のエンドのプレイヤーは1秒に1回打つことになる)にな

るとされている。移動運動を行わせない本研究では、運動負荷が軽くなるように、ダブルスのペース（1秒1回）の素振りを行うことにした。

2) 運動期：休息時間および同比の設定

バドミントンの競技特性は、運動期（exercise period：以下EPと記す）と休息期（rest period：以下RPと記す）が交互に繰り返される間欠的運動（intermittent exercise）であることにある。ゲームでのEP/RPの比は競技力の水準を示すことが報告されており⁵⁾⁶⁾、その値が1に近い場合には高い競技力を、0.5に近いが0.5より小さい場合には低い競技力を表わすとされている。EP（ラリーの継続時間）は、トッププレーヤーで10秒前後、二線級以下では5～6秒がその平均とされている。間欠的運動の運動強度特性はサルチン（Saltin, B.）⁷⁾も指摘するように二つの時間的關係によって特徴付けられる。一つはEPの総和とRPの総和からなる総作業時間（duration）であり、もう一つはEPとRPの和からなる単周期時間（cycle time）とそれらの比によるEP/RPを含む周期性（periodicity）によってである。

そこで、本研究では素振り運動を間欠的運動として行わせ、単周期時間については次のように構成した。

（EP/RP比が1対2であるもの）

①EP：RP＝5秒：10秒（以下5－10秒と記す）

（EP/RP比が1対1であるもの）

②EP：RP＝5秒：5秒（以下5－5秒と記す）

EP：RP＝10秒：10秒（以下10－10秒と記す）

③また、トッププレーヤーの1ゲーム平均時間が約15分間であることが報告されている⁴⁾。そこで、総作業時間を15分間と設定した。

Ⅲ. 結果と考察

1. 素振りテストの基準条件の選択

素振り運動の運動負荷を設定するために、被検者2名（第1群1名、第2群1名）に対して5－10秒、5－5秒、10－10秒の運動を行わせ、その結果を比較した。体重当たりの酸素摂取量及び心拍数のそれぞれの最大値に対する値（ $\% \dot{V}O_{2max}$ 、 $\% HR_{max}$ ）の経時的変化は、図2（第1群）、図3（第2群）のように得られた。第1群では、 $\% \dot{V}O_{2max}$ と $\% HR_{max}$ のいずれもが10－10秒＞5－5秒＞5－10秒の順に高い値を示した。第2群では $\% \dot{V}O_{2max}$ と $\% HR_{max}$ のいずれもが5－5秒＞10－10秒＞5－10秒の順に高い値を示した。これらの結果を線形判別函数（LDF：Z）を用いて判別分析した。第1群の〈10－10秒と5－5秒〉〈5－5秒と5－10秒〉測定値群間および第2群の〈5－5秒と10－10秒〉〈10－10秒と5－10秒〉の測定値群間で得られたデータへのLDFによる判別の適用結果は表2のようであった。各測定値群間のLDFの係数に関する検定の結果、有意水準（0.1%）で帰無仮説を棄却したのは、第1群の〈5－10秒と5－5秒間〉の $\% \dot{V}O_{2max}$ と $\% HR_{max}$ 、第2群の〈5－5秒と10－10秒間〉の $\% \dot{V}O_{2max}$ で、それぞれの変量が

表2 Result of discrimination

1. first group			
(5-10 sec) - (5-5 sec)			
	5-10 sec	5-5 sec	correct discrimination
5-10 sec	15	0	1.00
5-5 sec	1	14	0.933
(5-5 sec) - (10-10 sec)			
	5-5 sec	10-10 sec	correct discrimination
5-5 sec	11	4	0.733
5-10 sec	2	13	0.867
2. second group			
(10-10 sec) - (5-10 sec)			
	10-10 sec	5-10 sec	correct discrimination
10-10 sec	13	2	0.867
5-10 sec	7	8	0.533
(5-5 sec) - (10-10 sec)			
	5-5 sec	10-10 sec	correct discrimination
5-5 sec	13	2	0.867
10-10 sec	3	12	0.800

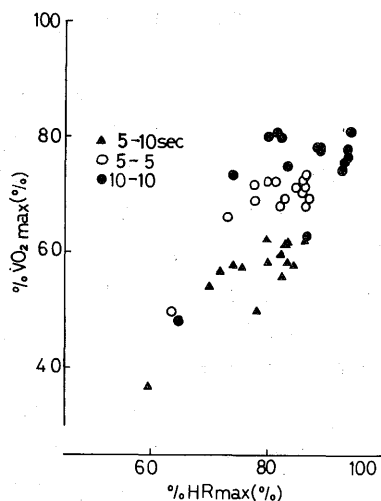


図2 第Ⅰ群のプレーヤーによる素振り運動 (5-10秒, 5-5秒, 10-10秒) 時の $\dot{V}O_{2max}$ 及び %HRmax

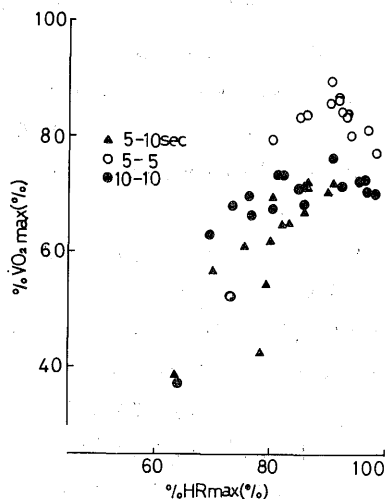


図3 第Ⅱ群のプレーヤーによる素振り運動 (5-10秒, 5-5秒, 10-10秒) 時の $\dot{V}O_{2max}$ 及び %HRmax

判別に寄与していたと言える。それ以外においては有意水準 5%においても帰無仮説を棄却することはできなかった。

これらの結果から、EP/RP 比が 1 対 2 の場合の < 5-10秒 > では、第 1 群・第 2 群共に運動強度が最も低くなる傾向がみられた。また第 1 群では 10-10 秒の運動強度が最も高かったのに対して、第 2 群では 5-5 秒が有意に高かったのは、検討を以後の課題に残したといえる。また、第 2 群の 10-10 秒と 5-10 秒では、5-10 秒の 15 個の測定値のうち 7 個までが 10-10 秒の測定値群に含まれているのに対して、10-10 秒の測定値群 15 個のうち、テスト開始 1 分後の定常状態に入る前の最も低い数値 1 個ともう 1 個の計 2 個が 5-10 秒に含まれるだけであった。したがって、5-10 秒における高い運動強度は 10-10 秒のテストにおいて充分測定可能であると考えられる。

ところで、三橋⁸⁾は、本研究の第 2 群に相当する男子プレーヤーのシングルの分析で % $\dot{V}O_{2max}$ [82%], %HR [90%], 第 3 群に相当する男子プレーヤーのシングルスで

$\dot{V}O_{2max}$ [81%], %HRmax [88.5%] であったことを報告している。また、マイケルセン (Mikkelsen, F.) ら⁶⁾らはデンマークのトッププレーヤー (男子・女子) のシングルの分析で % $\dot{V}O_{2max}$ が 90~98% の範囲にあり、平均で 93% であったことを報告している。三橋の % $\dot{V}O_{2max}$ 値が直接ダグラスバッグ法で得られたものであるのに対して、マイケルセンのものが HR 値から間接的に求められたものであることを考慮すると、バドミントン・ゲームで要求される運動強度がほぼ % $\dot{V}O_{2max}$ で 80% 前後, %HR で 90% 前後であると推定される。こうした数値等を比較して、第 3 群以上の水準にあるバドミントン・プレーヤーの有酸素的な運動能力をテストする運動負荷としては、素振りの条件を EP/RP 比 (1 対 1) で、5-5 秒ないしは 10-10 秒とすることが妥当であると推論される。

2. 素振り運動中の有酸素的運動能力と運動強度

前段で得られた素振りの条件によって第 1 群から第 4 群までにテストを実施し、5-5

秒については、第1群(2名)、第2群(3名)、第3群(3名)、10-10秒については、第1群(1名)、第2群(4名)、第4群(4名)の結果を得た。5-5秒の $\dot{V}O_2$ とHRの経時的变化は、図4と図5および図6と図7のようであった。

5-5秒では、第4群の3名と第2群の1名は10-13分間で疲労困憊に達し、その時点でテストを中断した。10-10秒においては、第3群の4名が4-7分間で疲労困憊に達し、これもテストをその時点で中断した。これらのテスト中、総作業時間の15分間テストを遂行できなかった者は、第2群の1名(5

-5秒)を除いて、全て第3群と第4群の被検者であった。

サルチン⁷⁾は、連続的運動(continuous exercise)においては、総作業時間、運動強度およびそれらの積(total work output)が運動遂行能力の指標となると指摘している。この場合、仮りに運動強度が一定であれば遂行能力の差は総作業時間で表わされることになる。しかし、本研究は間欠的運動によること、また前述のように素振りの運動強度を知るエルゴメトリーがないことから、運動強度を直接検討することはできなかった。そこで間接的にではあるが、素振りに対する各被検

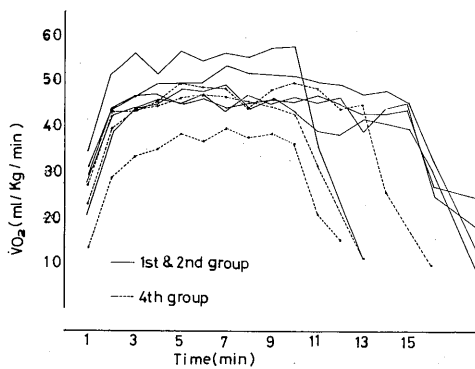


図4 素振り(5-5秒)における第1・2群と第4群による体重当りの $\dot{V}O_2$ の経時的变化

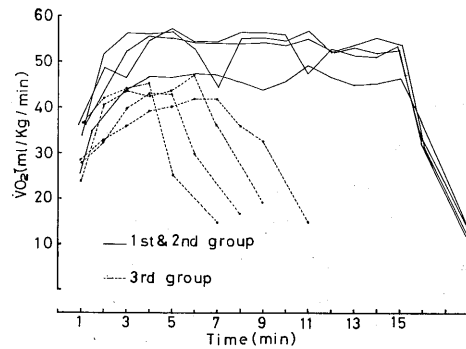


図6 素振り(10-10秒)における第1・2群と第3群による体重当りの $\dot{V}O_2$ の経時的变化

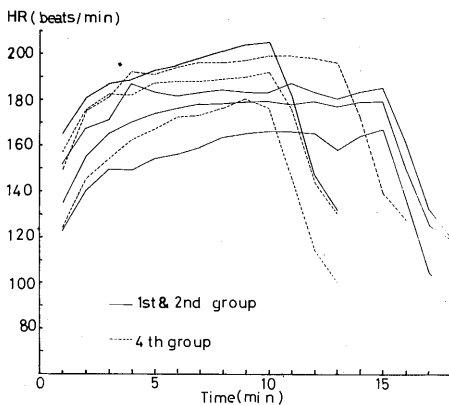


図5 素振り(5-5秒)における第1・2群と第4群によるHRの経時的变化

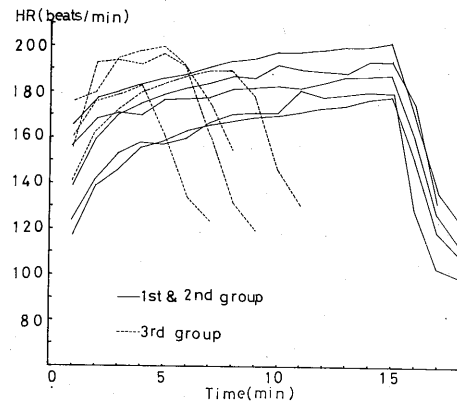


図7 素振り(10-10秒)における第1・2群と第3群によるHRの経時的变化

者のエネルギー需要量を、体重当たりの % $\dot{V}O_2$ と HR で見ることによって比較してみた。図4～7により、テストを完遂した第1群と第2群の経時的な変化には大きな差が見られないことから、これを1つのグループと

見做し（但し、テストを中断した第2群の1名は除く）、疲労困憊してテストを中断した第3群（10-10秒と第4群（5-5秒）**もそれぞれを1つのグループと見做して比較した。図8と図10は5-5秒と10-10秒の各

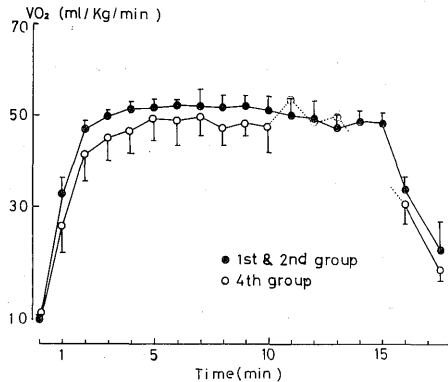


図8 素振り（5-5秒）で疲労困憊したグループとテストを完遂したグループの体重当たりの $\dot{V}O_2$ （平均±標準偏差）の経時的変化

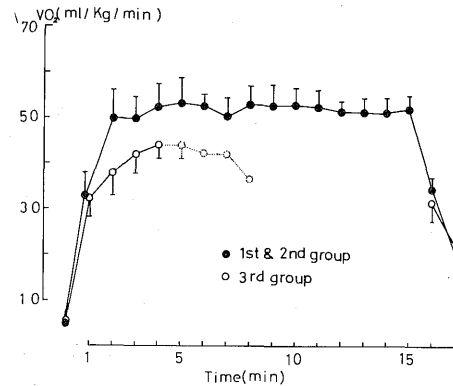


図10 素振り（10-10秒）で疲労困憊したグループとテストを完遂したグループの体重当たりの $\dot{V}O_2$ （平均±標準偏差）の経時的変化

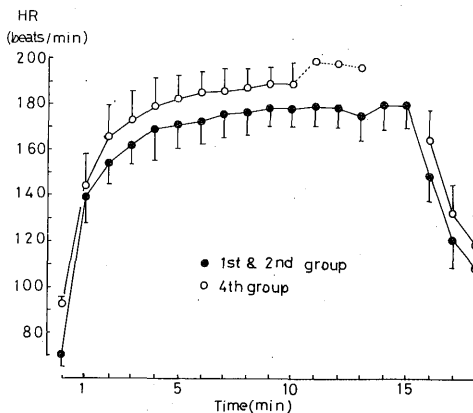


図9 素振り（5-5秒）で疲労困憊したグループとテストを完遂したグループの体重当たりの HR（平均±標準偏差）の経時的変化

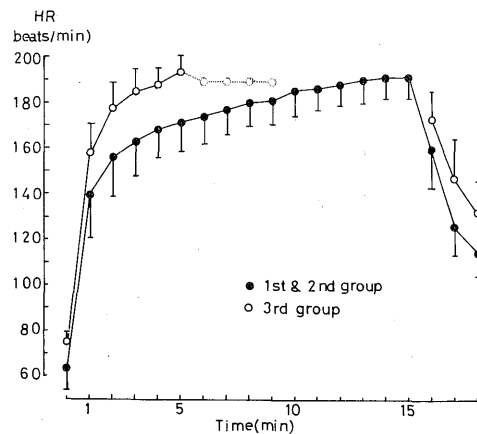


図11 素振り（10-10秒）で疲労困憊したグループとテストを完遂したグループの HR（平均±標準偏差）の経時的変化

**第1・2群と第4群の比較は、性・年齢などの違いから問題があるが、ある水準以上の能力を判別するための負荷の妥当性を見るためには結果として有効であった。

グループの体重当りの $\dot{V}O_2$ の〈平均±標準偏差〉の経時的变化を、図9と図11は5-5秒と10-10秒の各グループのHRの〈平均±標準偏差〉の経時的变化を示している。5-5秒、10-10秒のいずれのテストにおいても、各時間毎の平均はHRにおいてテストを中断したグループのそれがテストを完遂したグループのそれより高く、 $\dot{V}O_2$ においては、中断のグループのそれが完遂のグループのそれより低かった。しかし、これらの差異は表3のように10-10秒の一部を除いて統計的に有意なものではなかった。このことは、運動強度をエネルギー需要量として間接的に見る限り、ほぼ同程度の大きさの範囲に入るものであったことを示している。

以上の考察から、第1、第2群からなるグループと第3群あるいは第4群の間に認められた総作業時間の差異は、ほぼ間欠的運動形

態からなる素振り運動の〈total work output〉の差を示しており、これはまた運動時間を延長していく能力、つまり有酸素的運動能力の差であると考えられる。

図4-7で、体重当たりの $\dot{V}O_2$ とHRは、ほぼ3-4分間で定常状態に達している。第3群は、ほぼこの時点で疲労困憊に達し、テスト後の聴聞で呼吸の苦しさを許えていた。これに対して第1・2群は腕や局所的な疲労と痛みを許えた以外には「3-4分でペースがつかめ、楽になった」と答えている。ところで、この時点でHRの経時的变化は急な上昇から緩かな上昇へと変っている。 $\dot{V}O_2$ がほぼ定常状態に達していることを併せて考えると、疲労困憊したグループは、このHRのほぼ定常状態からさらに続く緩かな上昇について行けなかったのかもしれない。しかし、本研究では、血中乳酸濃度、直腸温などの測

表3 図4-図7の第1・2群と第3群あるいは第4群間の有意差検定

期 間	EX1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15 (min)
1) HR(5'-5')	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	(被検者が被労困憑)				
2) VO(5'-5')	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	(")				
3) HR(10'-10')	*	*	*	P 0.001		*	P<0.001		(被検者が被労困憑)						
				(同好会 3名)		(同好会 1名)									
4) VO(10'-10')	N.S.	N.S.	**	N.S. P<0.001		N.S.	(")								
				(同好会3名)											

表中 * 1%水準で、有意差あり
** 5%水準で、有意差あり

表4 被験者Aの各運動負荷時の $\dot{V}O_2$ 、HRの最大-最小、平均±標準偏差値

	$\dot{V}O_2$ (ml/min·kg)			HR (beats/min)		
	最大(% $\dot{V}O_{2max}$), 最小(% $\dot{V}O_{2max}$)	平均±標準偏差(% $\dot{V}O_{2max}$)		最大(%HR $_{max}$), 最小(%HR $_{max}$)	平均±標準偏差(%HR $_{max}$)	
5-10秒	44.0 (62.4)	25.9 (36.7)		39.9 ± 4.5 (56.6 ± 6.2)	166 (86.5)	114 (59.4)
5-5秒	51.7 (73.3)	35.0 (49.6)		48.5 ± 3.9 (68.8 ± 5.4)	167 (87.0)	122 (63.5)
10-10秒	56.9 (80.7)	33.9 (48.1)		52.5 ± 6.0 (74.5 ± 8.6)	181 (94.3)	124 (64.6)
ゲーム	53.9 (78.9)	37.9 (52.4)		47.9 ± 5.4 (68.4 ± 8.8)	192 (100)	168 (87.5)
					181.6 ± 8.7 (94.6 ± 4.5)	

定を実施しておらず、今後の検討課題とした。
い。

3. 素振りの運動強度とゲームの運動強度

被検者中最も競技成績の優れているAに実際のゲームを行わせ、ゲーム中の体重当りの $\dot{V}O_2$ 、HRを測定し、これらの値を素振りのそれらと比較した。ゲームはAと同等な競技成績を有する者との対戦とし、条件を同じくするために双方共にダグラスバッグを装着した。ゲームの結果は、Aが勝ち、内容は(16-17, 15-8, 18-17)で、この水準のプレーとしては評価できるものであった。

ゲーム中のHR(拍/分)は、最大192-最小168、 $\% \dot{V}O_{2max}$ (%)は、最大78.9-最小52.4の範囲にあった。ここで得られた結果と素振りの結果を $HR - \% \dot{V}O_{2max}$ の関係で見たのが図11である。また体重当りの $\dot{V}O_2$ および $\% \dot{V}O_{2max}$ 、HRおよび $\% HR_{max}$ の最大と最小、平均±標準偏差を表4に示した。 $\dot{V}O_2$ について見ると、ゲームと5-10秒の間にはF検定で1%水準での有意差があり、ゲームと5-5秒、ゲームと10-10秒には有意差がなかった。またHRについて見るとゲームと5-5秒、ゲームと10-10秒、ゲームと5-10秒の間にはF検定で1%水準での有意差が認められた。これらのことから、被検者Aについては5-5秒、10-10秒の負荷条件下での素振りが、体重当りの $\dot{V}O_2$ に関してはゲームの要求水準を満たすものの、HRに関してはゲームの要求水準には及ばなかったことが知られた。

IV. 要 約

素振り運動は、一般に打球のための運動フォームの習得を目的として行われる。しかし、本研究では素振りを身体トレーニングとして行うための条件を検討してみた。負荷条件を、オーバーヘッドタイプのスマッシュのスイングを用いて、軽いジャンプと共に足の

踏み替えをやり、1秒1回のスイング、総作業時間を15分間とする間欠的運動であることとした。EP/RP比を1対1、その周期性の構成を5-5秒、10-10秒とした時に、第1群・第2群(関東大学1部リーグのレギュラー)と第3群(大学同好会)および第4群(中学生女子で高い水準にある者)との間には、総作業時間に大きな差異が見られた。しかし、運動を遂行している間の $\dot{V}O_2$ とHRはほぼ程度の運動強度であることを示していた。

また、第1群1名についての素振り運動と実際のゲーム中の運動強度を比較すると、素振り運動中の平均 $\% \dot{V}O_{2max}$ はほぼゲームの平均 $\% \dot{V}O_{2max}$ に及んでいたが、平均HRはゲームの平均HRには及んでいなかった。したがって、トレーニングを処方する際には、これらのことが考慮される必要があると考えられる。

引用文献

- 1) 各種のストローク・プロダクションのエネルギー代謝を測定したものには、次の2件があるが、トレーニングの指標にはなり難い。
石河利寛、広田公一、和泉貞男、佐藤良子、松井秀治、広沢昭男：バドミントンにおける男子学生のエネルギー代謝について、体育学研究Ⅲ-3, pp.70-75. 1957。
高木公三郎、木内一生、伊藤稔、吉岡文雄：バドミントンにおける女子学生のエネルギー代謝について、体育学研究Ⅲ-3, pp.61-69. 1957,
- 2) Jack, M. and Adrian, M.: Characteristics of Badminton Smash Stroke, Proceedings of a National Symposium on the Racquet Sports, Uni. Illinois, 1979.
- 3) 阿部一佳、岡本進：バドミントン, pp.256-276, ぎょうせい, 1985。
- 4) 阿部一佳、渡辺雅弘、星猛、小林一敏、宮地力、前田寛、芳賀脩光、佐々木純一、岡本進、内藤安雄、須田和裕：バドミントン競技(シングルス)の時間分析法の開発とその検討、昭和59年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告(第8報), pp.327-344. 1985。
- 5) Coad, D., Rasumussen, B. and Mikkelsen, F.:

Physical Demands of Recreational Badminton, Science in Racquet Sports, pp. 43—53, 1979.

- 6) Mikkelsen, F.: Physical Demands and Muscle Adaptation in Elite Badminton Players, Science in Racquet Sports, pp. 55—67, 1979.
- 7) Saltin, B., Essen, B. and Pedersen, P.K.: Intermittent Exercise: its Physiology and some

Practical Applications, Medicine Sports, vol. 9: Advances in Exercise Physiology, pp. 23—51, 1976.

- 8) 三橋利彦：バドミントン競技の運動強度に関する研究，1982年度筑波大学体育専門群卒業論文，1982。