

## 男子バドミントン競技の運動強度

阿部 一佳・芳賀 脩光・中谷 敏昭\*・鷗木 秀夫\*\*  
 牛山 幸彦\*\*\*・富樫 健二\*\*\*\*・太田 憲\*

**The work intensity of Badminton match in Japanese  
 top male players**

**Kazu Yoshi ABE, Shukoh HAGA, Toshiaki NAKATANI, Hideo IKARUGI,  
 Yukihiko USHIYAMA, Kenji TOGASHI and Ken OHTA**

The purpose of this study is the investigation of work intensity experienced during badminton matches by top athletes who were selected for a national squad. The index of work intensity is measured by using maximum aerobic power; oxygen intake ( $\% \dot{V}O_2\max$ ) during games; heart rate responses and blood lactic-acid concentrations. The subjects were seven, healthy, young males (mean age: 21.3 years old). The measurement of maximum oxygen intake was continued until exhaustion by the progressive loading method. The method for measuring maximum oxygen intake during games utilized the Douglas-bag technique.

The results are as follows;

- 1) Mean values of maximum aerobic power and maximum heart rate were 62.2ml/kg·min and 196beats/min, respectively. Mean value of blood lactic acid measured immediately after exhaustion was 124.2mg/dl.
- 2) The mean work and rest periods of all badminton games were of 6.5 and 8.8 seconds, respectively. The rest period was 1.4 times the work period.
- 3) Mean heart rate of all subjects during games was 175beats/min, 83 percent of the maximum heart rate. The mean value of oxygen intake during games was 43.5ml/kg·min, 71 percent of the maximum aerobic power. Mean blood lactic acid concentration during games was 29.5mg/dl, 27 percent of that exhaustion.
- 4) As mentioned above, If we examine the work intensity of badminton using the index of oxygen intake and heart rate, we may say it is an event that provides high work load to the cardiorespiratory system. However, the values of blood lactic acid concentration are at low levels. It is thought that this reflects the traits of intermittent exercise.

Key words : badminton, work intensity, male player, heart rate, oxygen intake, lactic acid concentration

---

\* 筑波大学体育研究科

\*\* 神戸商科大学

\*\*\* 新潟大学

\*\*\*\* 筑波大学研究生

緒 言

バドミントン競技の運動強度についての研究には、日頃特別に運動をしていない一般学生や中高年者を対象としてエネルギー代謝率 (RMR) から検討しているもの<sup>10,20)</sup>、心拍数応答から検討されているものがある<sup>3,7,8,9,11,14,17,19,22,23,24,25)</sup>。他方、一流競技者を対象とした場合、運動強度を検討したものには Mikkelsen<sup>13)</sup>の報告がみられる。これはスウェーデンの男子トッププレーヤーについて、試合時の平均心拍数が最高心拍数 (HRmax) 以下の 10beats/min 以内であることを報告しており、 $HR \cdot \dot{V}O_2$  回帰式から試合時の相対的酸素摂取水準 ( $\% \dot{V}O_2 \max$ ) は 92% に、また血中乳酸値の平均は 2.98mmol/l であることをみている。Saltin たち<sup>16)</sup>は当時の世界チャンピオンを対象に、おおよそ心拍数は 175~180beats/min であると報告している。また、国内選手の場合、大学男子選手を対象に、平均心拍数は 185beats/min、相対的酸素摂取水準は最大酸素摂取量の 82% に相当し、血中乳酸値の平均は 3.72mmol/l であると報告<sup>21)</sup>されている。さらに、女子選手については筆者たちが全日本実業団 1 位チームの選手を対象に検討した結果、平均心拍数は 174beats/min、酸素摂取水準は最大酸素摂取量の 56% に相当し、血中乳酸値の平均は 2.58mmol/l<sup>2)</sup>であることを報告した。また、全日本ランキング 10 位以内の女子選手を対象にした場合、平均心拍数は 178beats/min であると報告<sup>18)</sup>されている。しかし、試合時の運動強度についてはまだ十分に明らかにされていない現状にある。そこで本研究は、我が国において一流水準にあると思われる全日本選抜チームに選出された男子選手を対象に、バドミントン競技の運動強度を心拍数、酸素摂取水準、血中乳酸値の面から検討することを目的とした。

方 法

(I) 被検者

被検者は、全日本選抜チームに選出された男子選手 7 名であった。なお、被検者の中で S.O. は実験の手順上 2 回行なった。被検者の身体特性を表 1 に示した。

(II) 研究方法

1 最大酸素摂取量及び血中乳酸値の測定

安静時における呼気ガスの採気は、椅座位の状

Table 1. Characteristics of subjects

Subj.	Age (year)	Career (year)	Height (cm)	Weight (kg)
H.M.	21	9	162.0	62.3
K.Ya.	22	10	169.0	59.4
K.Yo.	21	8	179.6	73.3
S.O.	21	9	172.5	70.5
T.Ka.	22	7	177.0	65.4
T.Kw.	21	9	170.0	56.9
T.Y.	22	10	175.0	69.7
mean	21.3	9.0	173.7	67.7
S.D.	0.48	0.93	5.07	5.37

態で 3 分間実施した。ウォーミングアップ終了後トレッドミルの傾斜角度を 5 度に保ち、開始速度を 160m/min から 1 分毎に 10m/min ずつ増加させる速度漸増負荷法を用い、疲労困憊 (Exhaustion) に至るまでランニングを行なわせた。運動時の採気はダグラスバック法により 1 分毎に連続して行なった。呼気ガスはベックマンガス分析器 (CO<sub>2</sub>: LB-2, O<sub>2</sub>: OM-11) を用いて分析を行なった。換気量は乾式ガスメーター、呼吸数はサーミスタ法、心拍数は胸部誘導心電図法 (CM5) により測定した。血中乳酸値測定のために採血は座位に 30 分の安静状態をとらせた後及びトレッドミルによる運動終了後 2 分経過した後に肘正中皮静脈より行ない、酵素法により分析を行なった。

2 試合内容の分析及び試合時における心拍数、酸素摂取量、血中乳酸値の測定

(1) 試合内容の分析

試合は、シングルスマッチ 4 試合で、被検者の技能水準がほぼ同程度と思われる者を対戦させた。対戦相手は、T.Y. 対 T.Ka., S.O. (1) 対 K. Ya., S.O. (2) 対 K. Yo., H.M. 対 T. Kw. であった。ファーストゲームとセカンドゲームのインターバルは 1 分間、セカンドゲームとファイナルゲームのインターバルは 3 分間とした。また、ゲーム開始とともに採気時間や試合時間等を正確に記録し、試合の状況を終始ビデオカメラで撮影し収録した。なお、試合内容の分析は、阿部たち<sup>1)</sup>の方法に準じて行なった。

(2) 心拍数の測定

心拍数は、前述の方法で行なった。さらに、各被検者の回復期の心拍数変動を記録するために、試合終了直後座位安静を保ち 5 分間記録した。

(3) 試合時の酸素摂取量の測定

酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2$ ) は、前述のダグラスバッグ法により測定した。試合の妨げにならないように、被検者には特別に工夫したマスク、ダグラスバッグ及び蛇管を装着した。運動中の採気に関しては、運動が有酸素的作業状態に入ったと思われる3～4分、7～8分、11～12分時とそれ以後はゲーム終了まで3分おきに1分間採気した。なお、作業期 (Work Period) が一定でないので、採気時間をストップウォッチで正確に記録し、1分間値に換算して分析を行なった。ゲーム中の採気時間を記録するため、タイムキーパーの合図とともにコックの開閉を行なった。

(4) 血中乳酸値の測定

安静時の採血及び血中乳酸値の分析は、先述の方法と同様に行なった。試合時の採血は、各ゲーム終了2分経過後被検者に座位安静をとらせて行なった。

結 果

(1) 最大運動時の呼吸循環系反応及び血中乳酸値の測定結果

各被検者の安静時及びトレッドミルランニングにおける呼吸循環系反応の結果を表2に示した。最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2max}$ ) の平均値は4.01 (±0.49) l/minであった。体重あたりの最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2max}/weight$ ) の平均値は61.2 (±5.32) ml/kg・minであった。最高心拍数 (HRmax) の平均値は196 (±7.21) beats/minであった。最大換気量 ( $\dot{V}E_{max}$ ) の平均値は124.8 (±18.24) l/minであった。酸素摂取率 ( $O_2removal$ ) の平均値は40.1 (±3.48) ml/lであった。酸素脈 ( $O_2pulse$ ) の平均値は21.0 (±3.58) ml/beatであった。また、呼吸商 (RQ) の平均値は1.01 (±0.05)であった。疲労困憊時直後の血中乳酸値 (LA) は65.4～163.3mg/dlで、平均値は124.4 (±33.08) mg/dlであった。

(II) 試合内容の分析結果

本研究における各ゲームの試合時間、作業期 (Work Period)、休息期 (Rest Period)、ストローク数及びラリー毎の平均ストローク数を表3に示した。平均試合時間は39分41秒で、1ゲームあたりの平均試合時間は13分14秒であった。全試合の作業期と休息期の比率は、6.5秒と8.8秒で1:1.4

Table 2. The cardiorespiratory responses of maximal exercise

Subj.	$\dot{V}O_{2max}$ (l/min)	$\dot{V}O_{2max}/wt$ (ml/kg・min)	HRmax (beats/min)	$\dot{V}E_{max}$ (l/min)	RQ	$O_2removal$ (ml/l)	$O_2pulse$ (ml/beat)	LA (mg/dl)
H.M.	3.77	60.5	200	124.7	1.00	39.4	20.8	65.4
K.Ya.	3.79	63.8	204	116.0	0.97	36.2	16.4	145.5
K.Yo.	4.42	60.3	192	119.3	0.95	40.2	24.5	84.9
S.O.	4.74	70.5	196	153.8	1.00	42.2	24.7	163.3
T.Ka.	4.38	66.7	192	131.2	0.99	41.0	23.3	106.3
T.Kw.	3.03	53.3	208	87.4	1.02	45.1	14.6	154.2
T.Y.	4.14	59.4	184	141.1	1.11	39.5	23.0	147.3
mean	4.04	62.1	197	124.8	1.01	40.5	21.0	123.8
S.D.	0.49	5.32	7.21	18.24	0.05	3.48	3.58	33.08

Table 3. Analysis of badminton matches

Subj.	Time mean (min/sec)	Work Period(%)					Rest Period(%)					Work Period mean (sec)	Rest Period mean (sec)	Total shots	Mean values of shots
		1-5 sec	6-10 sec	11-15 sec	16-20 sec	21- sec	1-5 sec	6-10 sec	11-15 sec	16-20 sec	21- sec				
T.Y. VS T.Ka	11'02"	52	39	8	1	1	24	65	3	3	5	6.3	8.4	261	5.7
S.O(1) VS K.Ya.	15'10"	49	38	9	3	1	19	74	1	0	6	6.7	8.6	344	5.7
S.O(2) VS K.Yo.	15'25"	56	32	10	1	1	20	67	5	1	7	6.4	9.4	343	5.7
H.M. VS T.Kw.	11'18"	55	29	11	4	1	15	74	4	1	5	6.4	8.8	246	5.4
mean	13'14"	52.7	34.4	9.8	2.2	1.0	19.4	70.1	3.4	1.3	5.8	6.5	8.8	298.5	5.6
S.D.	2'23"	3.15	4.67	1.16	1.67	0.30	3.96	4.94	1.73	1.16	0.93	0.17	0.43	52.32	0.15

であった。また、全試合における1回のラリーの平均時間は、1～5秒の場合が約53%、6～10秒の場合が約34%を示した。これらを総計すると10秒以内に全体の約87%を占めるものであった。しかし、21秒を越えたラリーは全体の1%であった。休息期は6～10秒に約70%、10秒以内に全体の約90%が含まれた。二人が打ち合った1ゲームあたりのストローク数の平均は約299 (±52.32) 回であった。また、一回の作業期の平均ストローク数は5.6 (±0.15) 回であった。

(III) 試合時の呼吸循環系反応及び血中乳酸値の測定結果

1 呼吸循環系反応について

本研究における各被検者の呼吸循環系反応の結果を表4に示した。本研究における全被検者の心拍数の平均値は175beats/minを示し、相対的心拍数(%HRR)の平均値は83.1%であった。また、全試合の心拍数変動に関して、H.M.対T.Kw.の場合を図1に示したが、およそ180beats/minレベルの心拍数を維持し、かつファイナルゲーム

になるにつれてしだいに高くなる傾向を示した。全被検者の各ゲームにおける平均心拍数はファーストゲームが168beats/min、セカンドゲームが174beats/min、ファイナルゲームが182beats/minを示し、試合が後半になるほど心拍数が高く維持される傾向を示した。また、試合開始後2～4分で全被検者の心拍数は160beats/min以上となり、その後160～180beats/minのレベルをゲーム終了まで維持する傾向を示した。また、試合時における全被検者の酸素摂取量の平均は43.5 (±6.43) ml/kg・minで、この値は最大酸素摂取量の71.0 (±9.06)%を示した。例として、H.M.対T.Kw.の場合の相対的酸素摂取水準の試合中の変化を図1に示した。全被検者とも試合中はおよそ50～80% $\dot{V}O_2max$ の値を示し、試合が後半になるにつれて心拍数同様増加する傾向を示した。

2 血中乳酸値について

各被検者の安静時、トレッドミルによる最大運動直後及び各ゲーム終了直後の血中乳酸値の平均値を表5に示した。試合時の全被検者の平均値は

Table 4. Work intensity during badminton games

Subj.	HR (beats/min)	%HRR (%)	$\dot{V}O_2$ (ml/kg・min)	% $\dot{V}O_2max$ (%)	LA (mg/dl)
H.M.	181	84.7	39.3	65.0	46.4
K.Ya.	177	82.2	54.4	85.3	38.1
K.Yo.	172	83.1	42.5	72.2	27.1
S.O.	175	83.8	47.9	66.1	25.5
T.Ka.	172	82.5	44.3	65.8	15.9
T.Kw.	188	83.9	32.9	62.1	34.0
T.Y.	163	81.9	40.2	67.1	19.5
mean	175	83.2	43.1	69.1	29.5
S.D.	7.93	1.02	6.81	7.76	10.70

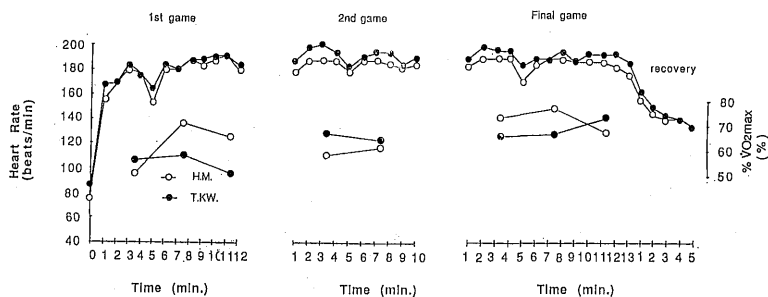


Figure 1. Changes of heart rate and %  $\dot{V}O_2max$  during singles match

Table 5. Changes of blood lactic acid concentration at rest, after exhaustion, and during matches

Subj.	Rest (mg/dl)	after 1st.game (mg/dl)	after 2nd.game (mg/dl)	after Final game (mg/dl)	% Max LA (%)
H.M.	17.1	47.5	34.8	56.8	70.9
K.Ya.	8.5	31.2	32.6	50.4	26.2
K.Yo.	12.2	36.6	19.0	25.8	31.9
S.O.(1)	8.9	37.4	25.7	24.3	22.7
S.O.(2)	6.1	37.6	10.5	28.4	15.6
T.Ka.	11.2	8.0	18.3	21.5	15.0
T.Kw.	10.4	24.5	30.0	47.6	22.1
T.Y.	10.2	16.1	35.8	6.5	13.9
mean	10.6	29.9	25.8	32.7	27.3
SD	3.23	12.93	9.11	17.17	18.67

29.5 (±9.90) mg/dl であった。また、全被検者のトレッドミルランニングによる疲労困憊時直後の値に対する各ゲーム終了直後の割合は、平均値で 27.3 (±18.67)% に相当するものであった。

## 考 察

一般に全身持久的運動の強度に関し生理学的指標を用いる場合、心拍数及び酸素摂取量が用いられる。すなわち、最高心拍数や最大酸素摂取量の何% (% of HRmax, % of  $\dot{V}O_2$ max) に相当するものであるかが議論される。このため被検者はできるだけ競技能力が高いものを用いて検討することが望ましく、本研究の対象者としては全日本の代表経験を持つ選手を選出して実施した。運動強度は心拍数を指標として検討すると、ゲーム中の平均値では 175beats/min を示し、この値は最高心拍数の 83.1 (±0.96)% に相当するものであった。これは競技として行なわれるバドミントンは平均心拍数が 170~180beats/min の高いレベルで行なわれており<sup>2,13,16,21</sup>、最高心拍数の約 80~90% に相当する強度であると考えられる。通常、一般のバドミントン愛好家の場合、男子、女子のいずれにおいてもゲームにおける心拍数は 140~160beats/min であることが報告<sup>3,7,8,11,19,22</sup>されている。このことからみれば競技者の場合はおよそ 15~20% ほど高いことが推察される。心拍数は無酸素性運動であれ、有酸素性運動であれ、あるいはゲームという精神的緊張の中で生じる中枢性の交感神経の緊張増加が加味されたとしても、180beats/min 程度の運動は最大運動またはそれ

に近い運動と考えられ、心拍数の観点からみれば、バドミントン競技は心臓脈管系に対して最大運動レベルに近い負荷の大きい運動であると考えられる。

次に酸素摂取量の面から検討すると、ゲーム中における酸素摂取量の平均値は最大酸素摂取量のおよそ 71% であった。試合は対戦者の技術的レベル、体力的レベル、試合内容等が複雑に関与し一律に比較はできないが最大酸素摂取量の 82% に相当するという他の報告<sup>21</sup>を併せて考えると、およそ最大有気的作業能の 70~80% に相当することが考えられる。したがって、心拍数からみた強度と酸素摂取量からみた強度は必ずしも一致するものでなく、およそ 10% 程度の差異のあることが観察された。バドミントン競技の運動形態は短時間の作業期 (Work Period) と休息期 (Rest Period) を交互に繰り返すことがその主なる理由のひとつとして考えられる。本研究の場合、作業期と休息期の比率は 1 : 1.4 であったが、これはこれまでの報告<sup>21</sup>とほぼ一致するものであった。休息期における動作の休止は筋の代謝活動を軽減させ、身体全体で使用する酸素の低下をより多く生じさせるが、心拍数は動作休止期が短いこともあり運動中の興奮が引き続き継続され、高い心拍数を維持することが観察されている。筆者たち<sup>21</sup>は女子の場合に作業期と休息期の比率は 1 : 1.8 の結果であることを報告したが、休息期の比率に関して男女間においてその傾向は類似するものであった。いずれにせよバドミントン競技における一瞬一瞬の動きは瞬発的要素や敏捷性を有し、他方向へのフット

ワークを要求されるものであるが、試合時間全体からみれば競技の性格上動作の開始前の準備状態のいわゆる休息期の占める割合が多い間欠的運動形態を示すものと考えられる。競技時間における動きを細分化すれば、実際に競技に必要な運動時間は短く、無酸素的要素の多い動きも加味され心拍数は高く維持されるが、短い休息期が数多く挿入されるという競技形態から実際に消費される酸素消費量は低く反応するという結果を招来するものと思われる。

このようなことから有酸素的作業形態をなすトレッドミルランニング時の心拍数と酸素摂取量をもとに得られた  $HR-\dot{V}O_2\max$  回帰式を用い、バドミントン試合中の心拍数から酸素摂取水準 ( $\% \dot{V}O_2\max$ ) を求め、どの程度の差異が生じるかを検討した。その結果図2に示した被検者 T.Y. の場合をみると、ゲーム中に実測した酸素摂取水準よりもトレッドミルランニングから得た酸素摂取水準をゲーム中の心拍数に対比して推定した値の方がおよそ22%高い値であり、このような傾向は他の被検者においてもみられた。これを試合が行なわれていると思われる 175beats/min のレベルで比較をすると約12%高い値であった。短時間の作業期と休息期が繰り返し行なわれるという特徴を有するバドミントン競技は、先に述べたように間欠的な運動であるためにトレッドミルランニングのように定常状態を維持する運動での酸素摂取水準との間には差異が生じるものと思われる。

Royce<sup>15)</sup>によれば、休息期における酸素摂取量の回復の経過は心拍数のそれよりも2~4倍速いことが報告されている。また、Lythgoe たち<sup>12)</sup>は、激運動後の酸素摂取量および心拍数を測定し、そ

れらが運動終了後急激に減少し、特に酸素摂取量の減少経過が心拍数より速く、これは血液の循環量の急激な減少に起因すると推察している。また、トレッドミルランニングの酸素摂取水準に近いとする報告<sup>21)</sup>もあるが試合内容 (Work Period: Rest Period = 1 : 1.4) を同じと考えるならば、被検者の技能水準や運動効率の差によって相違が生じたものと思われる。つまり、低いスキルでは動作がより円滑には行なわれず、機械的効率の小となり、エネルギー消費量は多くなる。本研究では全日本チームに選抜されたプレーヤーを被検者としており、技能水準が高く、実際の試合展開では無駄のない効率のよい動きで動作が行なわれたことが考えられ、酸素摂取量が小さく反映したものと推察される。また逆に、例えば世界チャンピオンのような超一流競技者同士を被検者とし、試合内容を作業期と休息期の比率を1 : 1に近づけたと仮定すれば、エルゴメトリーによって求めた酸素摂取水準と  $HR-\dot{V}O_2\max$  回帰式より求めた試合中の酸素摂取水準の関係においてはより近づいて差異は僅差になると考えられる。

次に、血中乳酸値の変化について検討を加えた。本研究における全被検者の試合時の血中乳酸値は平均29.5mg/dlであった。これはトレッドミルによる疲労困憊時直後の値の27%とかなり低値を示した。一般に、短時間の間欠的運動においては、血中乳酸値が低くなることが示唆<sup>4,6)</sup>されている。バドミントン競技においても、約10秒前後の作業期と休息期の繰り返しによって行なわれる運動形態のため、試合時の血中乳酸値が低くなることが報告<sup>9,13,21)</sup>されている。Åstrand たち<sup>4)</sup>によれば、自転車エルゴメーターを用い、2520kpm/min という最大運動またはそれに近い作業を1分間作業で2分間休息というように作業期と休息期の比率を1 : 2の間欠的運動を用いて行なえば、疲労困憊時の血中乳酸値は150mg/dlとなった。また、作業期を10秒間に短縮し20秒間の休息を与えてみると、被検者は30分以内に指定された仕事量 (25200kpm) を苦痛感なしに遂行でき、しかも血中乳酸値は20mg/dl 以上にはならなかったと報告している。すなわち、後者の場合、運動という筋への負荷に対しエネルギーの消費と酸素供給がほぼ平衡を保っていたことを示すものである。これは、ミオグロビンと結合した酸素が呼吸循環系が適度であれ不適度であれ追加的な酸素供給を始め

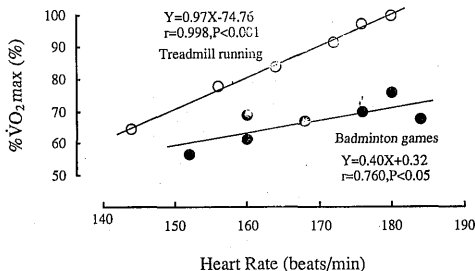


Fig. 2. The relationship between heart rate and  $\% \dot{V}O_2\max$  during badminton games and treadmill running

る前に、運動初期に消費される貯蔵酸素の役割を果たしているものと思われる。また、Fox<sup>6)</sup>は酸化ミオグロビン貯蔵により運動の初期に酸素運搬系が十分に酸素を供給できるようになるまでの間、ミオグロビンと結合した酸素の供給が可能で、少量であるとはいえ、この酸素は筋と血液中の乳酸蓄積を抑える助けになるのであるとし、このことは特に間欠的運動でより有効に作用すると述べている。この種の運動では、ミオグロビンと結合した酸素が休息時間内に補充が可能であって、次の運動に利用することができることを示している。本研究において、試合時の血中乳酸値が低値を示したのも、運動初期の酸素不足状態にミオグロビンと結合した酸素が利用され筋への酸素供給がほぼ平衡状態を保っていたものと考えられる。これは、短時間の作業期に利用される ATP がミオグロビンと結合した酸素によって十分まかなわれるものと思われる。

また、Depocas たち<sup>5)</sup>は放射性同位元素を用い乳酸の代謝回転率を求め、乳酸は産生される一方で運動中であっても酸化されるなどして除去され、筋の酸化能力が高ければ乳酸の産生は低く抑えられることを報告している。バドミントン競技において、一流競技者の筋組成をみた研究はほとんど報告されていないが、その中で Mikkelsen<sup>13)</sup>は男子を対象に、外側広筋における ST 線維の割合が 63%であると報告している。こうした点からみれば、筋の酸化能力に優れていると思われる。また同時に、バドミントンプレーヤーは ST 線維に含まれるミオグロビン量が多いと報告していることから、試合時の血中乳酸値が低いレベルを維持したものと考えられる。

## 要 約

1) 本研究はバドミントン競技において全日本選抜チームに選出された男子一流競技者を被検者とし、試合時の運動強度を心拍数、酸素摂取量及び血中乳酸値を指標として検討を行なった。

2) 最大酸素摂取量の平均値は 61.2ml/kg・min、最高心拍数の平均値は 196beats/min であった。また、疲労困憊時直後の血中乳酸値の平均値は 124.4mg/dl であった。

3) 試合時における作業期と休息期について、全試合の平均値はそれぞれ 6.5 秒と 8.8 秒となり、休息期が作業期のおよそ 1.4 倍となった。

4) 試合時について、平均心拍数は 175beats/min で、最高心拍数のおよそ 83% を示した。酸素摂取量は 43.5ml/kg・min で、最大酸素摂取量のおよそ 71% に相当した。また、血中乳酸値の平均値は 29.5 mg/dl で、疲労困憊時直後の 27% であった。

以上のことから、心拍数や酸素摂取量を指標として運動強度を検討するならば、呼吸循環器系に大きな負荷を与える競技種目であると考えられる。しかし、血中乳酸値の値は低く、これは間欠的運動という特性を反映しているものと思われる。

## 引用文献

- 1) 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 8: 327-344, 1985.
- 2) 阿部一佳, 芳賀脩光, 加藤満里子, 中谷敏昭, 嶋木秀夫, 牛山幸彦, 富樫健二: 女子バドミントン競技の運動強度, 筑波大学体育科学系紀要 12: 107-114, 1989.
- 3) 浅見俊雄, 佐野裕司, 広田公一, 生田香明: バドミントンおよびテニスの運動強度について—中高年女子初心者の場合—, 体育科学 6: 38-42, 1978.
- 4) Åstrand I., P.-O. Åstrand, E.H. Christensen, and R. Hedman: Myohemoglobin as an oxygen-store in man, Acta. Physiol. Scand. 48: 454, 1960.
- 5) Depocas F, Y Minaire, and J. Chatonnet: Rates of formation and oxidation of lactic acid in dogs at rest and during moderate exercise, Can. J. Physiol. Pharmacol. 47: 603-610, 1969.
- 6) Fox E.L., 渡辺和彦訳: スポーツ生理学, 大修館書店: 62-70, 1982.
- 7) 広田公一, 豊田博, 青山昌二, 遠藤郁夫, 野崎康明, 山本恵三, 北川薫, 吉沢久夫, 中塘二三男, 島津大宣, 竹内正雄, 清水教永: 大学正課体育実技の教育効果に関する研究(6)正課体育実技における各種スポーツゲーム実施中の心拍変動について, 東京大学体育学紀要 7: 1-6, 1973.
- 8) 星川保, 村瀬豊, 水谷四郎, 松井秀治: 呼吸循環機能改善刺激としてのレクリエーションスポーツの役割—中高年者における水泳, 野球, テニス, バドミントン, 卓球, ゴルフ実施時の心拍数, 酸素摂取量, 酸素需要量, RMR—, 体育科学 6: 77-89, 1978.
- 9) 今井創, 山地啓司, 関岡康雄: 各種運動時の心拍

- 数からみた運動強度, 新体育50:72-78, 1980.
- 10) 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 3: 70-75, 1958.
  - 11) 加賀谷熙彦: ラケットを用いる球技の心拍数, 体力科学24: 109-110, 1975.
  - 12) Lythgoe R.J. and J.R. Pereira: The pulse rate and oxygen intake during the early stages of recovery from severe exercise. Proc. Roy. Soc., London. S.B., 93: 468-479, 1925.
  - 13) Mikkelsen F.: Physical demands and muscle adaptation in elite badminton players, Science in racquet sports: 55-68, Academic Publishers, 1979.
  - 14) Rittel H.F. und E. Waterloh: Radiotelemetrie bei Tennis-, Badminton-, und Tischtennisspielen, Sportarzt und Sportmedizin, 26: 177-181, 1975.
  - 15) Royce J.: Active and passive recovery from maximal aerobic capacity work, Int. Z. angew. Physiol. 28:1-8, 1969.
  - 16) Saltin B., B. Essen, and P.K. Pedersen: Intermittent Exercise: its physiology and some practical applications, Medicine Sport 9:23-51, 1976.
  - 17) 関一誠, 小野沢弘史, 宮崎政己: 全日本教職員バドミントン大会における試合中のプレーヤーの心拍数変動, 早稲田大学体育研究紀要14号: 35-44, 1982.
  - 18) 清水教永, 豊田博, 南匡泰: バドミントン試合中における心拍数の変動について, 日本体育学会第24回大会号: 275, 1973.
  - 19) Skubic V. and J. Hodgkins: Relative strenuousness of selected sports as performed by woman, Res. Quart. 38:305-313, 1967.
  - 20) 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 3: 70-75, 1958.
  - 21) 高橋裕美, 浅野勝己, 三橋利彦: バドミントン競技時の運動強度に関する研究, いばらき体育・スポーツ科学第2号: 33-38, 1987.
  - 22) 高橋保則, 荒木武, 鈴木邦夫: バドミントンの運動強度(3)-学生と中高年者との比較-, 大阪体育学研究22: 81-85, 1984.
  - 23) 竹中千代子, 伊藤稔, 伊藤一生, 前田喜代子: 女子学生のバドミントンにおける心拍数変動に関する研究, 日本体育学会第28回大会号: 304, 1977.
  - 24) 漆原誠, 前出哲子, 土屋典子, 本多宏子, 遠井稔男, 池田舜一, 吉沢茂弘: 高校女子バドミントン選手の心拍数変動を中心にしたゲームおよび練習の分析, 体育の科学35: 851-857, 1985.
  - 25) 吉田勝志, 下田次雄, 渡部香, 金子修己, 池田隆二: 心拍数による正課体育バドミントンのゲーム時間の検討, 日本体育学会第29回大会号: 278, 1978.