

男子大学生バドミントン選手における漸増負荷テストに対する呼吸循環応答

吹田真士*・黒田匠馬**・白井祐介***・鍋倉賢治*

Cardiovascular Responses for Incremental Test in Male Collegiate Badminton Players

SUITA Masashi*, KURODA Takuma**, SHIRAI Yusuke*** and NABEKURA Yoshiharu*

1. はじめに

バドミントン競技の所用時間は男子シングルスで20～80分に及ぶ¹⁾。さらに、トーナメントなどでは1日に2～6試合を行うため、バドミントン選手には持久的な体力が要求される。全身持久力の代表的な指標である最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) は、国内レベル選手で、 55.7 ± 4.4 ml/kg/min に達することが報告されている²⁾。

また実際の試合中における代謝応答について、国内トップレベル選手は試合中の酸素摂取量 ($\% \dot{V}O_{2max}$) が $\dot{V}O_{2max}$ の $60.4 \pm 3.8\%$ (35.7 ± 4.7 ml/kg/min) に達する事³⁾、日本のトップレベル選手の $\% \dot{V}O_{2max}$ が $69.1 \pm 7.8\%$ (43.1 ± 6.8 ml/kg/min) であった事⁴⁾ が報告されている。これらはバドミントンゲーム中の酸素摂取量は $60\sim 70\% \dot{V}O_{2max}$ 程度になることを示している。しかし、これらの測定はいずれもダグラスバック法により運動時の採気が行われており、視野が大きく制限されたり、バッグを担ぐことによる肉体的・精神的負荷も高いものであった。近年では、携帯型の呼気ガス分析器が開発されているが、バドミントン競技においては、その有用性についてほとんど報告されていない。

バドミントンでは2006年に試合制度に関する大幅なルール改正が行われた。主な変更点としては、スコアリングシステム、サービスおよびインターバル(休息)の3つが挙げられる。まず、スコアリングシステムでは、すべての試合において1ゲーム21点の3ゲームマッチ(2ゲーム先取)へと変更された。サー

ビスでは、サービス権に関係なく、ラリーに勝った側が得点できるラリーポイント制へと変更された。また、インターバルにおいては、各ゲーム中に片方のサイドが11点に達した時点で60秒以内の、各ゲーム間には120秒以内のインターバルが認められるように変更された。こうした試合制度の改正により、試合時間が短縮されたとする報告¹⁾もあり、現在の試合制度による試合中の呼吸循環応答は、以前の試合制度によるそれとは異なる可能性も考えられる。

そこで本研究では、現在の試合制度でプレイする大学バドミントン競技者を対象とし、携帯型呼気ガス分析器を用いた漸増負荷テストにおける代謝応答を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 被験者

関東大学バドミントン1部リーグに所属するT大学バドミントン部男子レギュラー部員8名を対象とした。被験者の年齢、身長、体重および競技歴は表1に示した通りである。なお、被験者には事前に測定内容を説明し同意を得た。

2.2 実験デザイン

携帯型呼気ガス分析器 (Metamax、Cortex社製) およびHRモニター (S610i、Polar社製) を被験者に装着させた後、傾斜1%のトレッドミル (ORK-7000、大武ルート工業製) 上で $\dot{V}O_{2max}$ を導出する漸増負荷テストを実施した。被験者には、最大下速度で4

* 筑波大学体育系
Faculty of Health and Sports Sciences, University of Tsukuba

** 筑波大学体育専門学群
School of Health and Physical Education, University of Tsukuba

*** 筑波大学人間総合科学研究科体育科学専攻
Doctoral Program in Physical Education, Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

表1 被験者の身体的特性

Subject	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	Career (yrs)
H.K.	23.0	175.0	69.7	16.0
T.K.	22.0	172.0	66.0	14.0
A.H.	23.0	178.0	90.0	14.0
K.S.	21.0	178.0	72.5	13.0
R.S.	21.0	172.0	64.0	11.0
K.K.	19.0	163.0	63.9	12.0
K.Y.	19.0	176.0	68.0	13.0
Y.C.	20.0	178.5	74.5	11.0
Mean	21.0	174.1	71.1	13.0
SD	1.6	5.2	8.5	1.7

分間の走行を2分間の休息を挟み、セット毎に走速度を漸増させつつ5~6セット行なわせた(最大下テスト)。また、休息時間内には指先から毛細管に血液を採取し、血中乳酸濃度分析器(YSI1500SPORT、YSI社製)にて血中乳酸濃度(La)を測定した。なお、1セット目の走速度は11.0 km/hとし、セット毎に1.2 km/hずつ走速度を漸増させた。

最大下テスト終了後、被験者に5分間の立位安静をとらせた後に $\dot{V}O_{2max}$ を導出する最大テストを実施した。最大テストにおける最初の走速度は、最大下テストで血中乳酸濃度が4 mmol/lに達したステージの1つ前のステージと同一とし、そこから1分ごとに0.6 km/hずつ走速度を漸増させ、被験者を疲労困憊に至らしめた。被験者は疲労困憊直後、3分後、5分後に血中乳酸濃度を測定した。

$\dot{V}O_{2max}$ の判定基準は、 $\dot{V}O_2$ のプラトーが出現すること、呼吸交換比が1.10以上であること、Laが10mmol/l以上に達していること、RPE(主観的運動強度)が19または20であること、HRが年齢から推定された最大心拍数(220-年齢)にほぼ達していることの5項目として、そのうち2項目以上を満たしている場合に $\dot{V}O_{2max}$ と判断した。

携帯型自動呼気ガス分析器は、測定までに較正ガス(O₂: 15%、CO₂: 5%)を用いてガス濃度センサのキャリブレーションを行なった。また、流量較正器(3L)を用いて換気量センサのキャリブレーションを行なった。

血中乳酸濃度分析器は、標準液(5 mmol/L)を用いてキャリブレーションを行った後に、0.5および15 mmol/lの標準液の測定値を用いて血液サンプルの測定値を補正した。なお、走速度に対するLaの変動は分析用ソフトウェア(Lactate-E)を用いて分析した。

表2 漸増負荷テストにおける最大換気量($\dot{V}E_{max}$)、 $\dot{V}O_{2max}$ 、体重当たりの $\dot{V}O_{2max}$ ($\dot{V}O_{2max}/BW$)、最高心拍数(HR_{peak})、 $\dot{V}O_{2max}$ に対するLT時の $\dot{V}O_2$ (% $\dot{V}O_{2max}$ at LT)およびLapeak

Subject	$\dot{V}E_{max}$ (l/min)	$\dot{V}O_{2max}$ (l/min)	$\dot{V}O_{2max}/BW$ (ml/kg/min)	HR _{max} (beats/min)	% $\dot{V}O_{2max}$ at LT (%)	Lapeak (mmol/l)
H.K.	131.0	4.0	57.1	183.6	86.0	5.8
T.K.	148.3	4.2	62.2	195.3	79.2	9.0
A.H.	178.8	5.2	58.2	196.8	82.0	7.0
K.S.	160.1	4.8	65.2	203.6	87.0	6.7
R.S.	144.2	4.1	63.2	193.2	75.2	10.1
K.K.	140.1	4.4	69.3	203.9	73.0	7.3
K.Y.	142.7	4.1	60.3	188.8	72.6	8.0
Y.C.	171.0	4.2	55.3	184.7	78.0	6.4
mean	152.0	4.4	61.3	193.7	79.1	7.5
SD	16.4	0.4	4.6	7.7	5.5	1.4

3. 結果

漸増負荷テストにおける最大換気量($\dot{V}E_{max}$)、 $\dot{V}O_{2max}$ 、体重当たりの $\dot{V}O_{2max}$ ($\dot{V}O_{2max}/BW$)、最高心拍数(HR_{peak})、 $\dot{V}O_{2max}$ に対するLT時の $\dot{V}O_2$ (% $\dot{V}O_{2max}$ at LT)およびLapeakは、それぞれ152.0 ± 16.4 l/min、4.4 ± 0.4 l/min、61.3 ± 4.6 ml/kg/min、193.7 ± 7.7 beats/min、79.1 ± 5.5%および7.5 ± 1.41 mmol/lであった(表2)。

4. 考察

これまでに、漸増負荷テストによって測定されたバドミントン選手の $\dot{V}O_{2max}$ は、国内エリートバドミントン選手で55.7 ± 4.4 ml/kg/min²⁾、男子大学生バドミントン選手で62.1 ± 5.4 ml/kg/minであったことが報告されている³⁾。ラリーポイント制に移行してからの研究では、国際レベルの競技者における $\dot{V}O_{2peak}$ が男性で61.8 ± ml/kg/min、女性で50.3 ± 4.1 ml/kg/minであったことが報告されている⁴⁾。本研究の被験者の $\dot{V}O_{2max}$ は、61.3 ± 4.6 ml/kg/minであり、これらの先行研究とほぼ同程度の値を示していた。測定条件が同一ではないためこの先さらに検討する必要があるが、酸素摂取応答に関しては、それほど大きな差がなかったと考えられる。

今後の課題としては、携帯型呼気ガス分析器を装着しての、ゲーム中の酸素摂取応答を明らかにすること、また、その結果を踏まえた体力評価法を開発する事である。

なお本研究は、平成24年度筑波大学体育系学内プロジェクト研究の助成を受け実施された研究の一部をまとめたものである。

文 献

- 1) 岸 一弘、塩野谷明 (2010) 北京オリンピック大会におけるバドミンントンの試合に関する研究 - 男女シングルスとダブルスの公式記録の分析. 共愛学園前橋国際大学論集 : 197-205.
- 2) Majumdar P, Khanna GL, Malik V, Sachdeva S, Arif Md, Mandal M(1997) : Physiological analysis to quantify training load in badminton. British Journal of Sports Medicine 31 : 342-345.
- 3) 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 (1990) 男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 (13) : 73-80.
- 4) Oliver F, Tim M, Friederike R et.al.(2007) : Physiological characteristic of badminton match play. European journal of Physiology 100 : 479-485.