

正課バドミントンによる全身持久性の運動負荷の検討

——バドミントンのゲーム時間またはポイント数

吉田 勝志*, 下田 次雄*, 渡辺 香*

Effective Exercise Stimulus for General Endurance in Connection with Playing Time or Point Number in Badminton Games

Katsushi YOSHIDA*, Tsugio SHIMODA*, and Kaoru WATANABE*

(Received September 16, 1978)

1. 緒 言

スポーツ・クラブや特殊な筋肉活動に従事する人達は別にして、学生も含めた一般成人のための最も重要な体力の要因は、猪飼¹⁾や青木ら²⁾が指摘するように心臓と肺臓を中心にした全身持久力（スタミナ）であろう。したがって、正課体育の教材として広く扱われるスポーツが、それに取り組む学生の身体、特に全身持久性のいかなる運動刺激となるかを明らかにすることは、我々が先の報告³⁾にも述べた通り体育の目的遂行上重要な課題である。正課体育で教材として用いられる多くのスポーツ種目の運動強度は、Yamaoka⁴⁾ (23種)、Seliger⁵⁾ (男女18種目)、広田ら⁶⁾ (8種目)によって報告されているが、それらの研究は、あるスポーツがその実施者にとってどの程度の生理的負担となるかの運動強度の測定が主であって、その強度の運動をどれ位実施すれば全身持久性の運動刺激として有効であるのかの時間の検討はほとんどなされていない。バドミントン、テニス、バレーボール等のゲームは、何れかのプレーヤー（チーム）が一定の得点を先取すること（ポイント・マッチ制）により勝敗が決まるが、ゲームの内容や時間はそれらのスポーツ技能の習得水準によって影響を受け、運動の強度と時間の積で表わされる運動量は、ゲームによって極めて異なるのが普通である。しかし、正課体育の実践面では、運動施設と学生数等の教育条件にからむ授業の回転効率の問題や生涯体育として将来も継続的にそのスポーツが

行なわれることを考慮に入れて実施されるので、日常行なわれる一回の身体活動の継続時間が具体的な目安として特に重要な意味を持つものと考えられる。すなわち、生理学的な指標である心拍数や酸素摂取量のレベルが、あるスポーツによってどの程度で最大値（そのスポーツの運動強度を示す）に達するのか、そしてその強度の運動であればどれ位の時間行なえば実施者の運動刺激として最も適切かつ効率のよい負荷となるのかが明示されねばならない。

本研究は、正課体育指導上の観点から、教材の一つであるバドミントン・ゲームをとりあげて運動強度を確かめ、それを全身持久性の有効な運動刺激とするにはどれ程のゲーム時間またはポイント数で実施すればよいのかの具体的な指標を得ると同時に、ゲームの技術的または質的内容が運動の強度レベルに影響することが考えられるので、ゲーム分析の結果から授業展開の方法上の問題を検討せんとするものである。

2. 方 法

本学の正課体育の授業（体育実技Ⅱ）を通して、昭和52年6月と9～11月の間に、バドミントンを履習する2名の学生により授業中（90分間）の心拍変動を観察し、さらに他のバドミントンを履習する健康な男子学生を被検者として、5組10名のバドミントン・シングルス・15ポイント・ゲームを実施し、ゲーム中の心拍数測定と併せてゲーム分析を行なった。心拍数（HR）は、アンリツ製コードレス心電計により、ゲーム中1分毎に15秒間づつ継時記録した心電図のR-Rスパイクを数え、それ

*保健体育系列(Department of Liberal Arts and Sciences
— Health and Physical Education)

を1分間値に換算した。また、7～15ポイント (pt) までの2 pt毎に、何れかのプレーヤーが pt を奪取したときの HR を確認した。5組のうち4組8名分の被検者については、モナーク社製自転車エルゴメーターを用いて、60rpm/分で1 kp または1.5kp から4分毎に0.5kp づつ負荷を増加する漸増負荷法によって最大酸素摂取量 ($\dot{V}_{O_2max.}$) を測定し、その際に得られた HR—酸素摂取量 ($\dot{V}_{O_2}$) 関係を利用して、ゲーム中の HR から $\dot{V}_{O_2max.}$ の何%に相当するかの運動強度 (% of $\dot{V}_{O_2max.}$) が間接的に推定された。呼気ガスは、負荷中各4分間の終りの1分間を採気し、換気量は品川製乾式ガスメーターにより、 O_2 および CO_2 濃度はショランダー微量ガス分析装置を用いて測定した。

ゲーム分析に関しては、双方のコートを縦方向 (ネットに正対して左右方向) に3等分し、横方向 (ネットに正対して前後方向) にはショート・サービス・ラインで一本、それとバック・バウンダリー・ラインの中間に

一本のラインを入れて3分割し、都合9ゾーンを設けた。そして、ゲーム中にどのゾーンでショットしたかを示すゾーン別打球数を調査し、さらにそのショット方法 (球質) についても確かめた。バドミントン・ゲームでは、どこ (ゾーン) に、どんなショット (球質) をするかがゲーム展開上の技術的な内容を最もよく表わすと考えたからである。その結果は、勝群と敗群に分けて整理し、技術的な内容から推定される運動量とその問題点についての検討資料とした。

3. 結 果

本実験に採用した被検者の身体的特性については第1表に示す通りである。この中で、M.K. はサッカー部の運動部員であり、他の9名は非運動部の一般学生である。A.T. と E.I. の $\dot{V}_{O_2max.}$ は、本人らの協力が得られず測定することができなかった。

各種教材の授業時の運動量は、一般に授業の内容や展

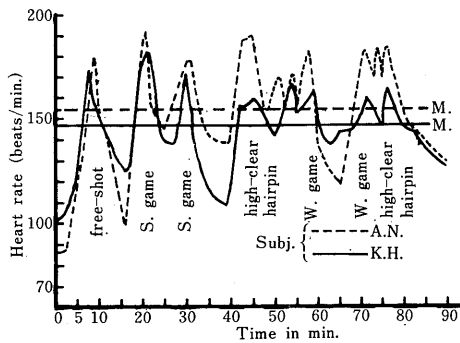
第1表 被検者の身体的特性

被 検 者	年 令	身 長 cm	体 重 kg	安 静 時 心 拍 数 拍/分	最 大 心 拍 数 拍/分	最大酸素 摂 取 量 l/分	体重当り最大 酸素摂取量 ml/kg/分	ゲーム中の 最大心拍数 拍/分	備 考
T.K.(1)	19	170.0	64.0	73.0	196.8	3.57	55.1	195.2	
S.A.(1)	20	162.2	55.0	104.0	197.2	2.56	46.5	178.4	
T.K.(2)								174.0	(1)に同じ
S.A.(2)								187.0	(1)に同じ
M.K.	20	168.7	61.5	55.0	188.0	3.59	58.4	138.0	サッカー選手
Y.O.	21	173.1	62.5	76.0	193.6	2.84	45.5	230.4	ゲーム直前の 心拍数146.0
R.K.	20	175.1	74.5	80.0	201.0	2.86	38.4	184.0	
T.G.	20	176.9	67.0	74.0	194.4	2.89	43.1	180.0	
A.T.	20	168.0	60.0	—	—	—	—	186.0	
E.I.	20	171.0	61.5	—	—	—	—	188.6	

開方法により異なるが、本測定の対象となったのは18週のバドミントン・コース中第6週目90分間の授業である。その授業による心拍変動を2名の学生について観察した結果が第1図のごとくである。この授業の展開方法は、概ねコート一面に8名の学生を配置させ、次の順序で展開した。①センター・サービス・ラインを境にして縦割のコート半面に対面する2名の学生が、シングルの7pt・マッチ制ゲームを行なう方法、②フル・コートでダブルスの7pt・マッチ制ゲームを行なう方法、③①と同様に、コート半面を用いて4名の学生が片側に2名づつ入り、前衛同士はヘアースピン、後衛同士はハイクリアーの連打をし、一定時間後に前・後衛の入れ替えをして練習を続ける等の形式であった。①と②の方法では、ゲームをしない他の4名は休憩または審判を行な

い、③の方法では8名全員が活動状態にある。図中のK.H. と A.N. は、①～③の何れも対戦相手として組まれており、授業中の心拍変動は類似の傾向が示されている。授業全体の平均心拍数 (HR) は、K.H. が 147.3 ± 16.7 拍/分、A.N. が 154.0 ± 23.2 拍/分であり、授業中の最大心拍数は、前者が184.5拍/分、後者が192.0拍/分と極めて高い値を示した。

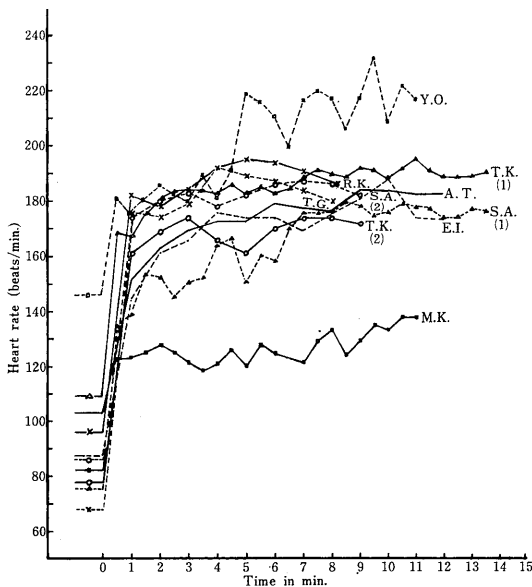
第2図は、5組10名のシングルス・15pt ゲーム時の心拍変動を個人別に示したものである。図のように、サッカー部員でゲーム中極端に低い値 (138.0拍/分) を示す M.K. と、逆にその対戦相手でゲーム直前の値が高く、ゲーム中にも極端に高い値 (230.4拍/分) を示す Y.O. を除くと、ゲームによって増加する HR は、ほぼ同程度の水準 (172.0～190.0拍/分) に集約されていく



第1図 バドミントン授業中の心拍数変動 (Mは平均値)。

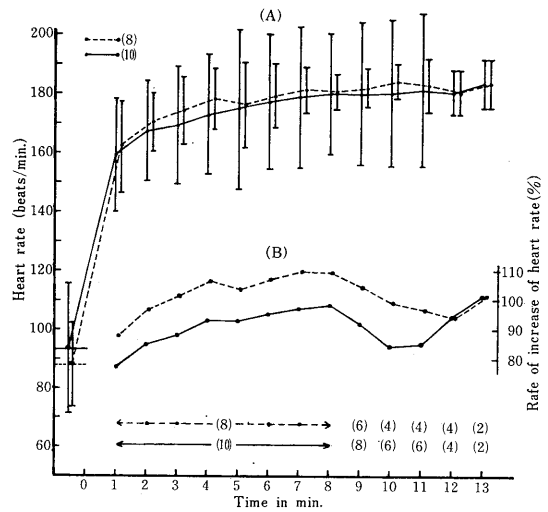
注: S. game はシングルス, W. game はダブルスのゲームである。

傾向が認められる。これを被検者全員 (10名) の平均値で示すと第3図一(A)のようになるが, $\overline{HR}$ の変動傾向は M.K. と Y.O. を除いた8名の結果でもほとんど変わらない。 $\overline{HR}$ は, 何れもゲーム開始後7~8分までは時間の経過とともに徐々に増加し, それ以後約180拍/分で一定のレベルに達している。 $\overline{HR}$ の高まり具合は, ゲーム直前の値を基準にするとおよそ80~100% (10名) または90~110% (8名) の増加率となっていた(第3図一(B))。



第2図 バドミントン・ゲーム中の個人別心拍数変動。

第3図一(A)の $\overline{HR}$ 変動図は, ゲーム開始10分以降には各組のゲーム終了時間が異なって図の下方に示すように次第に人数が少なくなり, 平均値としての信頼性に乏しくなる。この点の不合理性を取り除くべく, ゲームの際

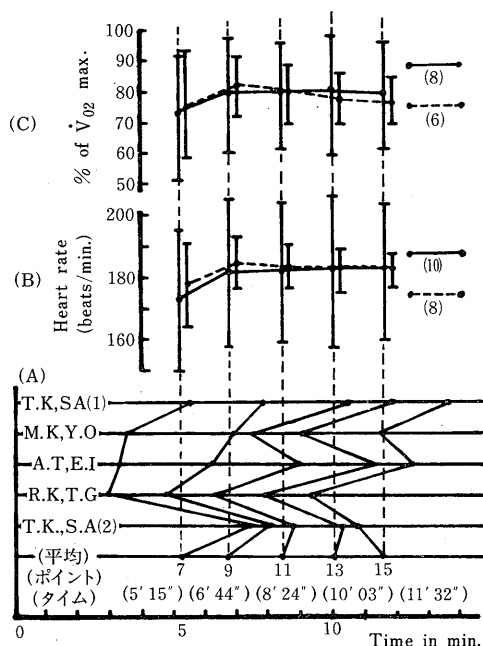


第3図 バドミントン・ゲーム中の平均心拍数(A)および平均心拍数増加率(B)の変動。

注: () 内の数字は, 被検者数を示す。

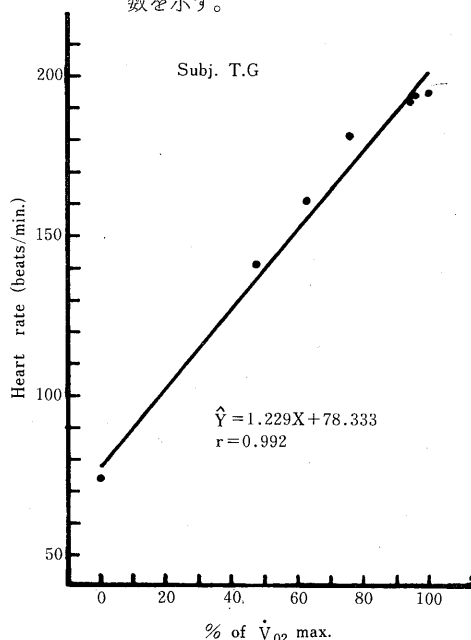
に一般的に採用される7~15ptまでの1ptおきの奇数値を, 何れかのプレーヤーが先取したときのゲーム所要時間を示し, それらの平均所要時間軸上に各pt時の $\overline{HR}$ をプロットとしてみた(第4図一(A)および(B))。これは, 各ゲームにより所要時間が異なるので, 一分きぎみの同一時間軸上で $\overline{HR}$ を求めるよりも, 各ゲームに共通したptによりゲームの区切りを明確にし, その時点の $\overline{HR}$ でみた方がむしろ一般的だと判断したからである。ゲームの平均所要時間は図に示す通りであるが, 各pt時の $\overline{HR}$ は, 7ptが 173.4 ± 23.3 , 9ptが 181.6 ± 24.2 , 11ptが 182.2 ± 23.2 , 13ptが 182.7 ± 24.8 および15ptが 182.6 ± 22.4 拍/分となって, 9pt(平均6分44秒)以降約182拍/分で定常状態 steady state に入ることが認められる。7ptと9ptの $\overline{HR}$ の差は, 統計的に有意とはいえなかったが, $\overline{HR}$ が最大値に達するには9ptまたは約7分間のゲームを要することがわかった。

この $\overline{HR}$ に対応する運動強度についてみたものが第4図一(C)である。これは, 自転車エルゴメーターのcyclingによって被検者をall-outに追い込み, その際に得られた $\overline{HR}-\dot{V}O_2$ 関係から第5図に例示するごとく回帰方程式を求め, それにゲーム中の $\overline{HR}$ を代入して $\dot{V}O_2$ max. に対する $\dot{V}O_2$ の割合(%)として推定するものである。その結果, 図のようにA.T.とE.I.を除いた8名の平均値は, 7ptが72.4, 9ptが79.6, 11ptが79.3, 13ptが79.6および15ptが79.5% of $\dot{V}O_2$ max. と



第4図 バドミントン・ゲームにおける各ポイント時の平均所要タイム(A), 平均心拍数(B)および% of $\dot{V}O_2$ max.(C)。

注: (B)および(C)の () 内数字は, 被検者数を示す。



第5図 自転車コルゴメーターによる心拍数—酸素摂取量関係図(例)。

なって, $\overline{HR}$ と同様に 9 pt 以降約 80% の一定の運動強度レベルが示される。また, M.K. と Y.O. を除いた 6 名の

平均値でも強度レベルは同様であって, その標準偏差からは 9 pt 以降に偏差値が小さくなって, 各被検者の強度レベルが同水準に達する傾向がうかがわれる。

次に, ゲーム分析の結果について示す。各組のゲーム・スコアを pt 毎に表わすと第 2 表の通りである。M.K. と Y.O., A.T. と E.I. および R.K. と T.G. の対戦はほぼワンサイド・ゲームであったが, T.K. と S.A. のゲームは, 2 回とも接戦になり, 途中でスコアの逆転がみられた。これらのゲーム内容の検討をすべく, A.T. と E.I. を除く 8 名の結果から勝者 4 名と敗者 4 名に分けて, 打球ゾーンおよび球質に関する両群の比較をしてみた。

打球ゾーンについては, 方法の項で述べたように第 3 表の太枠で示すように双方のコートを 9 分割し, 各ゾーンにおける打球数と全体に対する割合 (%) で示した。表より, コート縦割の関係でみた場合, 勝群は左側 (L_{1-3}) で 40.6%, 中側 (C_{1-3}) で 37.7%, 右側 (R_{1-3}) で 21.9%, 敗群は L_{1-3} で 43.0%, C_{1-3} で 37.9%, R_{1-3} で 19.2% のショットをしており, 両群とも同様に対戦相手の左側のゾーンを多く攻撃する傾向が認められる。コート横割の関係では, 勝群は「2」の中側が最も多く 53.3%, 次いで「3」の後側が 34.0%, 「1」の前側が 12.7% であったが, 敗群では「3」の 52.8%, 「2」の 42.1%, 「1」の 5.1% の順序となっており, 勝群は敗群に比べると全般的にコートの後方への奥行きを深い攻撃をすることがわかる。この結果をさらに細分化してみると, 勝群はホーム・ポジションといわれる C_2 (22.2%) とその左側 L_2 (21.2%) のゾーンで高い打球率を示すが, 敗群では最高が L_3 (25.2%) で, 次いで C_2 (19.2%) となっており, 両群のゲーム展開上の相違が明示された。

上記の各ゾーンでショットされたバードの球質については, 第 4 表の通りであるが, その結果は 6 種類のショット方法により分類整理された。ここで, 全体の数が第 3 表の合計と異なるのは, 検者によってミス・ショット

第2表 各組のゲーム・スコア

被検者	ポイント	7	9	11	13	15	備考
T.K. (1)		6	6	10	13	15	逆転
S.A. (1)		7	9	11	11	12	
T.K. (2)		6	6	11	13	15	逆転
S.A. (2)		7	9	9	10	10	
M.K.		7	9	11	13	15	
Y.O.		0	2	2	2	2	
R.K.		7	9	11	13	15	
T.G.		1	1	1	2	4	
A.T.		7	9	11	13	15	
E.I.		2	2	7	7	7	

第3表 勝群と敗群のゾーン別ショット（打球）
数の比較 () 内は%

計	勝群（4名）			負群（4名）			計
86 (40.6)	L ₈ 29 (13.7)	L ₂ 45 (21.2)	L ₁ 12 (5.7)	R ₁ 2 (0.9)	R ₂ 16 (7.5)	R ₈ 23 (10.7)	41 (19.2)
80 (37.7)	C ₈ 27 (12.7)	C ₂ 47 (22.2)	C ₁ 6 (2.8)	C ₁ 4 (1.9)	C ₂ 41 (19.2)	C ₈ 36 (16.8)	81 (37.9)
46 (21.7)	R ₈ 16 (7.5)	R ₂ 21 (9.9)	R ₁ 9 (4.2)	L ₁ 5 (2.3)	L ₂ 33 (15.4)	L ₈ 54 (25.2)	92 (43.0)
212 (100.0)	72 (34.0)	113 (53.3)	27 (12.7)	11 (5.1)	90 (42.1)	113 (52.8)	214 (100.0)

注：内側の太枠はコートを示し、表の通り9ゾーンに分割した。

時の球質を数えるかどうかの判定が一致していなかったためである。表のごとく、ショット方法（球質）の使用順位は、両群の合計によると①ハイクリアー、②ドライブ・ショット、③スマッシュ、④ドリブン・ショット、⑤ヘアーピン、⑥ドロップ・ショットであった。これを群別に比較すると、勝群は全体の傾向と全く同様であるが、敗群の順位は2番目がスマッシュ、3番目がドライブ・ショットに入れ替っている。これらのショット方法がどちらのプレーヤーに多く使われているかを比較すると、ハイクリアー、ヘアーピンおよびドロップ・ショットは勝群に多く、ドリブン・ショットやスマッシュは敗群に多いが、ドライブ・ショットは変わらないという傾向が示された。しかし、これらの傾向差は、統計的に有意とはならなかった。

以上のごとく、ゲームの技術的な内容を示すショット時の打球ゾーンとその球質の面からみて、勝群と敗群の間には運動の量的な内容に差が現われるのではないかと

第4表 勝群と敗群のショット方法（球質）
の比較 () 内は%

ショット方法	勝群（4名）	負群（4名）	計
ハイクリアー	82(54.7) (37.8)	68(45.3) (32.2)	150(100.0) 35.0
ドライブ	46(50.5) (21.2)	45(49.5) (21.3)	91(100.0) 21.3
スマッシュ	37(42.5) (17.1)	50(57.5) (23.7)	87(100.0) 20.3
ドリブン	27(45.8) (12.4)	32(54.2) (15.2)	59(100.0) 13.8
ヘアーピン	15(60.0) (6.9)	10(40.0) (4.7)	25(100.0) 16(100.0)
ドロップ	10(62.5) (4.6)	6(37.5) (2.8)	16(100.0) 3.7
計	217 (100.0)	211 (99.9)	428 428

思われる。そして、その内容の差が運動強度に影響するのではないかと考えて、ゲーム終了時の $\overline{HR}$ を両群間で比較してみた。その結果、被検者全員による $\overline{HR}$ は、勝群が 174.2 ± 21.4 拍/分、敗群が 191.0 ± 22.2 拍/分となっており、その差は危険率0.5%水準で有意となったが、M. K. と Y. O. を除いた4名同士の値によると、勝群が 183.2 ± 8.0 拍/分、敗群が 181.2 ± 3.7 拍/分となっており、両群の差は認められない。この結果、ゲームの技術的（質的）内容が運動強度に影響をおよぼすという一定の傾向を認めるには至らなかった。

4. 考 察

全身持久力の向上のために行なう運動負荷は、その強度 intensity、時間 duration、頻度 frequency の三要素が適切に組み合わせられねばならないが、Davies と Knibbs⁷⁾ は最も重要な要素が強度と時間の相互依存によるものとしており、Shephard⁸⁾ は強度が最も重要だが時間や頻度も影響すると報告している。我が国では、鈴木⁹⁾ が全身持久性の向上を促す最も重要な最大酸素摂取量を増大させるに必要な最低線を、強度、時間、頻度および期間について示しており、ある程度の結論が出されている。しかし、大学の正課体育は、一般に週一回、90～100分の授業が各大学のカリキュラムに沿って一定期間行なわれるという原則があり、その中で実際に行なわれる学生の身体活動の内容（強度や時間により決定される運動量や技術的な学習内容）は、ひとえに実技担当者の授業の展開方法にまかされている。したがって、授業内容は、指導者によって全く異なったり、実施者の体力格差をさほど考慮しないで画一的に運動負荷を与えるようなことがしばしば起るので、特に身体の充実期にある学生に対する運動は、質的、量的な面から適正な負荷としてやることが望まれる。

今回のバドミントン授業90分間の $\overline{HR}$ は、1名が 147.3 ± 16.7 拍/分、他の1名が 154.0 ± 23.2 拍/分であって、広田ら⁶⁾の同じく授業中の平均値（ 127.2 ± 26.97 拍/分）と比べると20拍/分以上の高い値が示された。このことから、授業中の身体活動の運動強度は、指導者の授業の展開方法や授業内容によりかなり異なってくることが示唆されよう。今回の値は、体育科学センター¹⁰⁾によって示された“運動カルテの時間と強度の組み合わせ”に照して推測すると、「強いトレーニング」の範疇に入るものと思われ、それを一定の頻度以上行なえば全身持久性の能力開発のために十分な運動刺激となることが認められる。しかし、非運動部の一般学生が、このような強度と時間の運動を週に3・4日以上も実施することは、現

実的に不可能とみななくてはならない。また、今回の授業は、コート6面に48名の学生を、1コート8名づつ配置して行なっているが、それよりコート数が少ないとか、逆に学生数が多いような条件下では、学習内容は同じであっても授業の展開方法は変えざるを得ない。もし、授業の質的内容が低下すれば、必然的に運動の強度レベルも低下するであろう。したがって、授業の展開上問題になる施設や学生数等の教育条件とか日常の運動習慣の生活化という問題等を考えると、短時間で強度の高い身体活動を、興味の持続性という点でも考慮に入れて指導にあたる必要があると思われる。

このような観点から、バドミントン授業中の心拍変動を観察し、特にシングルス・ゲーム中に188.4拍/分や190.0拍/分の高い値が示されたので、5組10名の学生にシングルス・15pt ゲームを行なわせ、そのHRから運動の強度レベルをみたのである。その結果、ゲーム終了時の $\overline{HR}$ は、182.6拍/分と極めて高い値を示すことが認められた。シングルス・ゲーム中の $\overline{HR}$ は、広田ら⁶⁾によると 170.1 ± 14.65 拍/分で、ゲーム中に180を越えることもあるとされ、生田ら¹¹⁾は150~190拍/分、加賀谷¹²⁾は150~180拍/分 (60~85% of $\dot{V}_{O_2\max.}$)、また福永¹³⁾は150 (Kozar, A.J.¹⁴⁾) から 178 (Rittel, H.F.¹⁵⁾) 拍/分ぐらいになるとしており、我々の結果とはほぼ一致する報告が多い。この心拍水準 (約182拍/分) に到達するまでのゲームの所要時間およびポイント数は、平均6分44秒または9ptの時点であった。すなわち、バドミントンのシングルス・ゲームにより生体の諸機能が最大限に引き出されるのは、9pt または約7分間を要することになり、これは、全身持久性の運動刺激としての見地からすれば、運動に対応して全身の諸器官が動員される¹⁶⁾に必要な最低線を示すものだと考えられる。

各pt時の $\overline{HR}$ を酸素摂取水準の面から推定すると、9pt以降には約80% of $\dot{V}_{O_2\max.}$ の運動強度レベルに相当することがわかった。我が国の最近の研究で同様な運動強度 (80%) を用いて全身持久性のトレーニング効果について検討した加賀谷¹⁷⁾や青木ら²⁾ (トレッドミル走)、石河ら¹⁸⁾や加賀谷淳子¹⁹⁾ (自転車エルゴメーター) および小川と中嶋²⁰⁾ (階段昇降) 等の報告によると、概ね1日1回、5~10分の運動を週3日以上、一定期間 (4週間~3ヶ月) 行なえば運動成果 performance や身体資源 physical resource の向上がみられ、作業能力の改善につながるとされている。これらの論文で、加賀谷や石河らは、80%の運動強度に相当するHRが平均172拍/分、 157 ± 8 拍/分であったし、また小川と中嶋は平均78%で160拍/分に相当したと報告している。今回

の結果 (80%—182拍/分) は、それらのHR—% of $\dot{V}_{O_2\max.}$ 関係に比較すると、約10~20拍/分 心拍数が高い。この点については、Margariaら²¹⁾は、心拍数により推定する $\dot{V}_{O_2}$ の間接測定の変動値が、直接測定による値の $\pm 7\%$ 以内であったと報告しており、上記の結果はこのような測定方法の違いによるものだと考えられるのである。したがって、実際の運動強度は80%より幾分高くなると推定され、9pt または約7分間のバドミントン・シングルス・ゲームの実施は、全身持久力を高めるための1日1回の運動刺激として十分な条件だと考えらる。換言すれば、授業や日常の身体活動の中で、体力や健康の増進を目的としてバドミントンを行なうのであれば、9ptまたは7分間のシングルス・ゲームの実施が最低限必要であるといえよう。勿論その場合、頻度の条件 (週に3日以上) を考慮に入れて実施しなければ効果は期待できないであろう。

ゲーム終了時のHRが、他と比較して極端に水準の異なる2名の被検者がいた。McArdleら²²⁾は、運動直前の心拍数 anticipatory heart rate は、運動を期待してすでに増加している場合があると述べており、その増加は、Faulkner²³⁾によれば競技種目の特性が認められ、長距離より短距離選手が大きいといわれる。またHRは、一定の最大下の運動負荷 submaximal work においては、一般にトレーニングにより低下することも認められている^{6,7,23,24,25)}。したがって、M.K.のHRが低い (138.0拍/分) のは、彼がサッカー部に在籍8年のスポーツ選手であって、全身持久的要素の高い運動を長年経験してきたためだと思われる。逆に、Y.O.のHRは、230.4拍/分と極端に高い値であったが、この場合ゲーム直前のHRが146.0拍/分とすでに高く、またTuttle²⁶⁾や中野ら²⁷⁾によって指摘されたように、運動開始前のHRの水準が運動時のHRに影響していることも考えられた。

次に、ゲーム分析の結果、勝群はC₂を中心とした左右の平行移動が多く、常にホーム・ポジションに立ち返って相手のショットに備えるという傾向が認められたが、敗群はC₂から左後方 (L₃) への斜めの移動に伴った前後方向の動きが多くみられた。この結果を球質との関係により考えてみると、勝者はハイクリアーで後方への深い攻撃を多用し、相手プレーヤーを後方へ押しやってからヘアーピンやドロップ・ショットによるネット・プレーを巧みに用いて得点をあげるが、逆に敗者は、防戦に追いやられてスマッシュやドリブン・ショットを多発し、ネット際での決定的なショットができないのだと思われる。すなわち、勝者は攪乱的な戦法による「じ

「じっくり型」のプレーをするが、これに対して敗者は広域的な動作を強いられ、短絡的で気負ったプレーをするといえよう。この結果、敗者の運動量は多くなり、比較的高いHRが示されるのではないかと思われたが、両群のゲーム終了時のHRに一定の傾向は認められず、ゲームの技術的な内容が運動強度に直接影響するとはいえなかった。しかし、一定の運動を行なう場合、高度な運動技能を習得した者は効率のよい動作をして運動量が低下するという考えと、逆に高度なプレー内容が動作を活発にし運動量を増大させるという二通りの考え方がある。後者のごとく、スポーツの習得技能の程度によって運動の質が異なり、それが運動強度に影響するとの考えをとれば、各種スポーツ・ゲームを学生の身体に対する運動刺激とする場合、技能水準の低い者同士の組み合わせでは有効な効果を期待することはできないであろう。したがって、実施者の技能水準を事前にチェックし、高度の技能を有する者同士でゲームをさせたり、高・低水準者の組み合わせを考える等、授業展開の方法上の工夫が必要であると思われる。尚、今回はゲームの技術的・質的な内容と運動強度との関係を明らかにすることができなかったため、この点については今後の課題にしたいと考えている。

5. 要 約

本学の正課体育実技でバドミントンを履習する学生を対象として、2名の被検者により授業時の心拍数を測定し、5組10名の被検者にはバドミントンのシングルス・15ポイント・ゲームを行なわせて心拍数の測定とゲーム調査を試み、次の結論を得た。

(1)バドミントン授業中の平均心拍数は、1名の被検者が 147.3 ± 16.7 拍/分、他の1名が 154.0 ± 23.3 拍/分であった。授業中の最大心拍数は、各々 184.4 拍/分および 192.0 拍/分が示された。

(2)バドミントンのシングルス・15ポイント・ゲーム終了時の平均心拍数は、 182.6 ± 22.4 拍/分であったが、9ポイント、平均6分44秒の時点ですでに 181.6 ± 24.2 拍/分の値が示され、その後の変化はほとんどなかった。したがって、心拍数によるゲームの運動強度は、約182拍/分であり、この心拍数に相当する酸素摂取水準は最大酸素摂取量の約80%となることが間接法によって確かめられた。

(3)正課体育におけるバドミントンのシングルス・ゲームを全身持久性の運動刺激としての測面からみた場合、最低限9ポイントまたは約7分間のゲームを実施する必要がある。

(4)ゲーム中にバードをどの場所でショットしたかの打球ゾーンとそのショット方法(球質)について検討したところ、勝群はホーム・ポジション(C₂)を中心とした「じっくり型」のプレーをするが、敗群はコート全面にわたって、特に前後方向の動きが多くみられる。このため、両群の運動量は異なっており、運動強度に差が生ずるのではないかと思われたが、心拍数の面からその傾向を認めることはできなかった。

附記 本研究は、中部工業大学の昭和52年度特別研究費—Bの交付を受けてなされたものである。バドミントン授業時の測定や調査は、授業担当者である本学の池田隆二助教授の御助力によって行なうことができた。また、本学の金子修己講師にはゲーム調査の面で御協力いただいた。御両名に対して心から感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 猪飼道夫, 江橋慎四郎: 体育の科学的基礎: 161—162, 東洋館出版社, 1965。
- 2) 青木純一郎, 他: 最大酸素摂取量の80%および65%トレーニングの performance, 最大酸素摂取量, 血中乳酸および心拍数に及ぼす効果, 体育科学, 1: 81—90, 1973
- 3) 吉田勝志, 渡辺香: 大学正課体育におけるサッカー・ゲームの至適時間, 中部工業大学紀要, 13(B): 45—50, 1977。
- 4) Yamaoka, S.: Studies on energy metabolism in athletic sports. Res. J. Physical Education. 9(3): 28—40, 1965.
- 5) Seliger, V.: Energy metabolism in selected physical exercise. Int. Z. angew. physiol. einsch. Arbeitsphysiol. 25: 104—120, 1968.
- 6) 広田公一, 他: 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, 東大体育学紀要, 7: 1—6, 1973。
- 7) Davies, C.T.M., and A. V. Knibbs: The training stimulus. The effects of intensity, duration and frequency of effort on maximum aerobic power output. Int. Z. angew. physiol. einsch. Arbeitsphysiol. 29: 299—305, 1971.
- 8) Shephard, R.J.: Intensity, duration and frequency of exercise as determinants of the response to a training regime. Int. Z. angew. physiol. einsch. Arbeitsphysiol. 26: 272—278, 1968.
- 9) 鈴木慎次郎: 運動処方専門委員会初年度研究概要, 体育科学, 1: 1—4, 1973。
- 10) 体育科学センター編: 健康づくり運動カルテ: 56, 講談社, 1976。
- 11) 生田香明, 他: 中高年者の心拍数からみたテニスとバドミントンおよび持久走によるトレーニング強度の実際と Submaximal work 中の呼吸循環機能の変動。第30回日本体力医学会大会予稿集

- : 135, 1975.
- 12) 加賀谷照彦: ラケットを用いた球技の心拍数。第30回日本体力医学会大会予稿集: 254, 1975。
- 13) 福永哲夫: いろいろなスポーツ活動の心拍数: 体育の科学, 27(4): 234—238, 1977。
- 14) Kozer, A.J., and P. Hunsicker: A study of telemetered heart rate during sports participation of young adult men. *J. Sports Med.* 1:1—5, 1963. 13) より引用。
- 15) Rittel, H.F., and E. Waterloh: Radiotelemetrie bei Tennis—, Badminton und Tischtennis—spielen. *Spotart und Sportmedizin.* 7: 144—150, 1975. 13) より引用。
- 16) 猪飼道夫, 他: トレッドミル法による青少年の運動処方に関する研究(第3報), 体育学研究, 12(1): 35—46, 1967。
- 17) 加賀照彦: 持久性トレーニングの至適強度選定に関する研究(1)—80% $\dot{V}_{O_2\max}$ 負荷のトレーニング効果—, 体育科学, 1: 58—66, 1973。
- 18) 石河利寛, 他: 勤労青少年の作業能力向上のための至適運動強度について。体育科学。1: 73—80, 1973。
- 19) 加賀淳子: 成人女子の持久性トレーニングの強度に関する研究(1)—最大酸素摂取量の80%負荷のトレーニング効果—。体育科学, 1: 98—107, 1973。
- 20) 小川新吉, 中嶋英昭: 階段を利用した女子大学生の持久性トレーニング, 体育科学, 1: 108—115, 1973。
- 21) Margaria, R., and et al.: Indirect determination of maximal O_2 consumption in men. *J. Appl. Physiol.* 20 (5): 1070—1073, 1965.
- 22) McArdle, W.D., and et al.: Telemetered cardiac response to selected running events. *J. Appl. Physiol.* 23: 566—570, 1967.
- 23) Faulkner, J.A.: Effect of cardiac conditioning on the anticipatory, exercise, and recovery heart rates of young men. *J. Sports Med.* 4: 79—86, 1964.
- 24) Karvonen, M. J., and et al.: The effects of heart rate, A longitudinal study. *Ann. Med. Exp. Fenn.* 35: 307—315, 1957.
- 25) Faria, I.E.: Cardiovascular response to exercise as influenced by training of various intensities. *Res. Quart.* 41: 44—50, 1970.
- 26) Tuttle, W. W., and E. P. Salit: The relation of resting heart rate to the increase in rate due to exercise. *Am. Heart J.* 29: 594—597, 1945.
- 27) 中野昭一, 他: 心拍数を規定した運動における生理機能, 体育科学, 26(3): 134—144, 1977。