

大学生卓球選手の練習中における酸素摂取量 及び心拍数変化について

張 環 宇

Abstract

With the continuous development of table tennis, Japanese university students are also constantly improving the level of table tennis. According to the characteristics of table tennis, from the leisure, health promotion into the competitive sports have a very wide range of fans. With regard to competitive tennis, the skill levels of the different exercise intensity may vary. So it can be expected due to the different skill levels, Oxygen uptake, energy consumption and the number of changes in heart rate may be very different, If the skill level is very low, would be very difficult combatants spar in a row, and the scope of activities is relatively narrow, Oxygen intake, energy consumption and the number of heart rate is lower than the high levels players. To further enhance the competitive level of table tennis, it is necessary to investigate the various levels of players in practice when the oxygen uptake and heart rate number changes. Therefore, this study investigated the number of years, and competitive athletic relatively high levels of university students practicing table tennis players in oxygen uptake, energy consumption and the number of changes in heart rate.

キーワード……酸素摂取量 $\dot{V}O_2$ 心拍数 HR 運動強度

はじめに

スポーツの運動強度は、心拍数（HR）と高い相関関係にあることはよく知られている。特に競技スポーツを行う場面では、個人の能力以外にも複雑な因子が左右して、その運動強度を正確に把握することができれば、競技レベルが向上できると考えられる。

卓球は最初、ピンポンという名称にふさわしいテーブルの上での単純なショート打ちの技術から始められたと言われているが、今日では、スマッシュ打法やドライブ打法等の高度な技術と共に高い運動量のスポーツ種目の一つである。それ故、間欠的運動種目であるが、高い体力が要求される競技であるといえよう。

先行研究によると各打法毎の練習強度、エネルギー消費量の比較では、スマッシュ練習が最も運動強度が高く、次いでフットワーク、練習ゲーム、フォア打ち、バック打ちの順であった。

この順序では、心拍数、R.M.R、 $\dot{V}O_{2max}$ 、といった各種強度指標からみても同様の傾向で

あった¹⁾。また、熟練度の異なる選手間では、熟練者ほど運動強度は高く、心拍数及びエネルギー消費量が多くなる傾向があり、特に動きの大きな打法練習時に差が拡大する傾向がある²⁾。

実際の試合から考えるとドライブ、切り替えし練習、ドライブ・スマッシュ打ちによるフットワーク練習は最も重要で、ポイントを取る手段であると考えられる。そのため、今回は、フォア打ち、バック打ち、ドライブ、切り替えし、ドライブ・スマッシュ打ちによるフットワーク練習という順番で行う。

1 卓球の競技特性

西田は、卓球の競技特性は他のスポーツ種目と比較して、次のようなことが挙げられる。

- ・卓球は比較的安全に実施することができる。
- ・卓球は調整できる運動強度の幅が広い。
- ・卓球は少人数で行うことができる。（最低2人）

そのほかにも、打球のスピードが極めて速く、全身のバランス感覚や反応時間の速さが要求される。また、敏捷性、巧緻性などの体力要素と同時に判断力、集中力も必要である³⁾。

一方、使用する用具が軽量で、移動範囲も広くないため、自分の体力や年齢、技術、目的に合わせて行うことができるうえ、身体接触がなく、プレー中の事故や怪我が少ない。そして、天候に左右されることなく、ルールが比較的簡単であるということから、生涯スポーツとしての適性も高いと考えられる⁴⁾。

卓球競技は、秒速 35m、毎秒 120 回転に達するボールを返球するために、選手はその状況に応じて正確で高度な対応を迫られる。そして、4～5 秒間のラリー時における無酸素的運動と 10～15 秒間のラリー休止時の有酸素的運動を繰り返す競技でもある⁵⁾。

2 目的

本研究は持久力トレーニング及び技術トレーニング、あるいはそれらの内容の改善に資することを目的とする。一般大学生卓球選手を対象とした多球練習方法を用いられ、各パターン練習中の酸素摂取量（ $\dot{V}O_2$ ）心拍数（HR）を連続的に測定・比較する。

多球練習の運動強度の実態を調査し、同時に選手の熟練度の違いによる差異等を明らかにするためである。運動中の呼吸循環器系の指標となる心拍数、酸素摂取量等を継続的に測定することは、運動中の心臓機能の評価、全身持久性のトレーニングの指標という意味からも運動生理学には極めて重要な意味を持つものと考えられる。

トレーニング内容を決定する上で、同一課題の下でラリーが続く状態を予定した多球練習を行い、練習中の酸素摂取量及び心拍数等の測定によってその傾向を見る必要がある。こ

のことから卓球の呼吸循環器系機能の対応を検討し、競技力向上に資することを目的とした。

3 方法

3-1 被験者

本実験の被験者は新潟大学卓球部男子選手 3 名、女子選手 3 名とした。その内訳は男子大学生選手らの年齢：20.3±1.53 歳、身長：164.3±2.31cm、体重：61.3±4.16kg、競技歴 11.0±1.0 年)であった。

女子大学生選手らの年齢：19.3±2.31 歳、身長：156.3±4.16cm、体重：48.3±3.51kg、競技歴：11.3±1.53 年)であった。各被験者は週 4 回以上、毎回 4 時間の練習を行っている。

3-2 実験期日・場所

場所・期日 新潟大学第一体育館
2009 年 8 月 3～4 日

3-3 測定装置及び方法

心拍数の測定には、無線心電計ポラールスポーツ心拍計 polarS610i を用い、胸部双極誘導の心電図により測定した心電図の QRS 波より 10 秒毎の心拍数を練習中連続して計測、練習時の心拍数及びエネルギー消費量を測定することとした。酸素摂取量の測定には、Medical Graphics Corporation 製呼吸代謝測定装置 (VO2000) を用い、これを被験者に装着させて練習時の $\dot{V}O_2$ を測定した。

3-4 実験方法

試技は葛西順一が行った実験と同じく⁶⁾、多球練習法を用いフィーダーが一定のスピードと回転のボール(約毎分 60 球)を被験者側コートのある一定地点に向けて送球し、被験者がこのボールを他領コートのある一定地点に向けて打球させることとした。これらの練習は安静時心拍数が戻るまで休憩をはさみ各 2 分間ずつ連続的に行った。

3-5 本実験における試技内容

実験時における大学生選手の試技内容は、

フォア打ち
 バック打ち
 ドライブ
 切り替し
 ドライブ・スマッシュ打ちによるフットワーク

4 結果

各過程が行われるについて最大値・最小値ともに心拍数が上がってきて、フォア打ちとバック打ち練習後の $\dot{V}O_2$ 、HR、運動強度が一番低かった。ドライブ・スマッシュ打ちによるフットワーク練習の時に $\dot{V}O_2$ 、HR、運動強度が一番高かった。

卓球競技において心肺機能を強化するためには、ドライブ・スマッシュ打ちによるフットワーク系練習が一番効果的なトレーニングであると考えられる。

	年齢 (yrs)	身長 (cm)	体重 (kg)	戦型	競技歴 (year)	競技レベル
sub.um1	20	163	58	表ソフト	12	インカレ出場
sub.um2	19	163	66	ドライブ	11	インカレ出場
sub.um3	22	167	60	ドライブ	10	インカレ出場
Mean	20.0	164.0	61.0		11.0	
S,D.	1.53	2.31	4.16		1.00	

表1 男子大学生選手の特徴

	年齢 (yrs)	身長 (cm)	体重 (kg)	戦型	競技歴 (year)	競技レベル
sub.uw1	22	153	45	ドライブ	13	インカレ出場
sub.uw2	18	155	48	ドライブ	11	インカレ出場
sub.uw3	18	161	52	ドライブ	10	インカレ出場
Mean	19.3	156.3	48.3		11.3	
S,D.	1.89	3.40	2.87		1.25	

表2 女子大学生選手の特徴

4-1 2分間フォア打ち練習中における酸素摂取量及び心拍数変化について

フォア打ち練習中の男子大学生選手における体重当たりの $\dot{V}O_2$ の平均値は 22.8 ± 5.0 ml/kg/min、平均 HR は 88.51 ± 4.5 bpm。運動強度の指標としては R.M.R で 1.1 ± 0.8 kcal、 $11.8 \pm 1.6\% \dot{V}O_{2max}$ であった。

女子大学生選手における体重当たりの $\dot{V}O_2$ の平均値は 24.1 ± 6.3 ml/kg/min、平均 HR は 91.74 ± 17.5 bpm。運動強度の指標としては R.M.R で 2.9 ± 1.6 kcal、 $17.5 \pm 5.1\% \dot{V}O_{2max}$ であった。

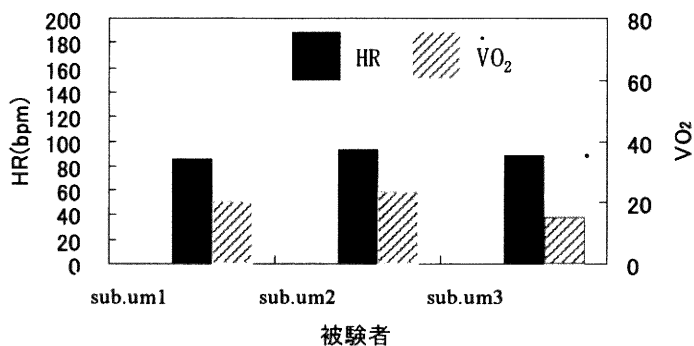


図1 男子大学生選手におけるフォアハンド練習時の酸素摂取量及び心拍数変化

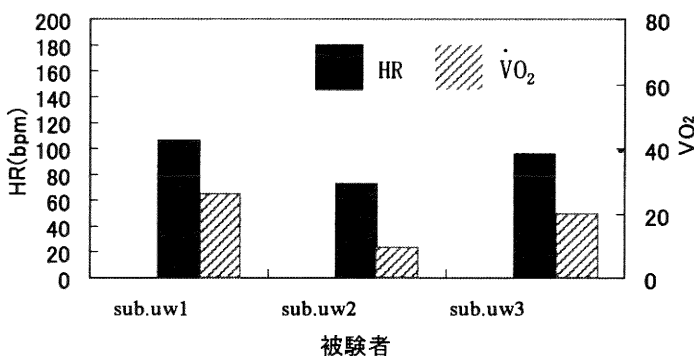


図2 女子大学生選手におけるフォアハンド練習時の酸素摂取量及び心拍数変化

4-2 2分間バックハンド練習中における酸素摂取量及び心拍数変化について

バック練習中の男子大学生選手における体重当たりの $\dot{V}O_2$ の平均値は 23.0 ± 5.4 ml/kg/min、平均 HR は 90.31 ± 5.6 bpm。運動強度の指標としては R.M.R で 2.5 ± 0.2 kcal、 $13.2 \pm 2.4\% \dot{V}O_{2max}$ であった。

大学生卓球選手練習中における酸素摂取量及び心拍数変化について（張）

女子大学生選手における体重当たりの $\dot{V}O_2$ の平均値は 25.1 ± 7.3 ml/kg/min、平均 HR は 91.18 ± 15.5 bpm。運動強度の指標としては R.M.R で 3.0 ± 1.3 kcal、 $17.0 \pm 3.4\% \dot{V}O_{2max}$ であった。

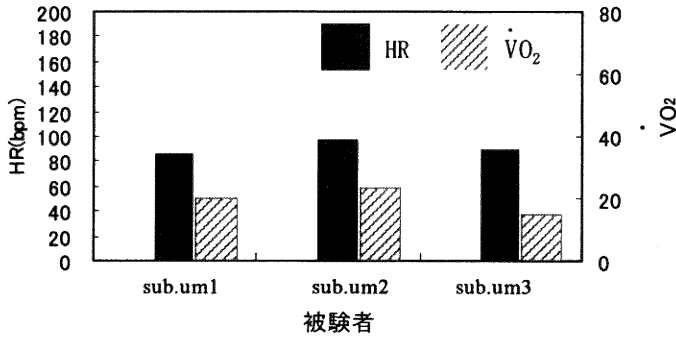


図 3 男子大学生選手におけるバックハンド練習時の酸素摂取量及び心拍数変化

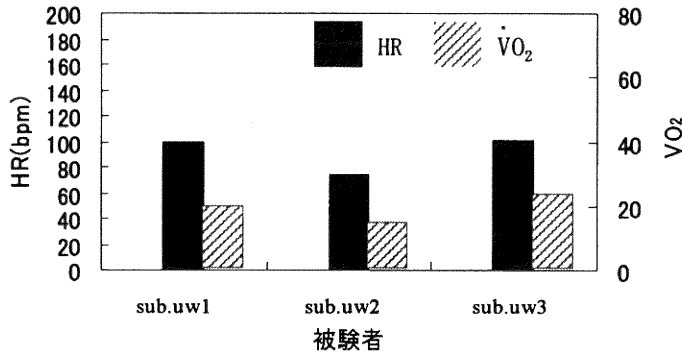


図 4 女子大学生選手におけるバックハンド練習時の酸素摂取量及び心拍数変化

4-3 2分間ドライブ練習中における酸素摂取量及び心拍数変化について

ドライブ練習中の男子大学生選手における体重当たりの $\dot{V}O_2$ の平均値は 36.1 ± 12.2 ml/kg/min、平均 HR は 104.90 ± 9.8 bpm。運動強度の指標としては R.M.R で 4.0 ± 0.3 kcal、 $24.8 \pm 5.6\% \dot{V}O_{2max}$ であった。

女子大学生選手における体重当たりの $\dot{V}O_2$ の平均値は 42.4 ± 8.3 ml/kg/min、平均 HR は 110.03 ± 18.9 bpm。運動強度の指標としては R.M.R で 4.9 ± 1.0 kcal、 $29.3 \pm 11.6\% \dot{V}O_{2max}$ であった。

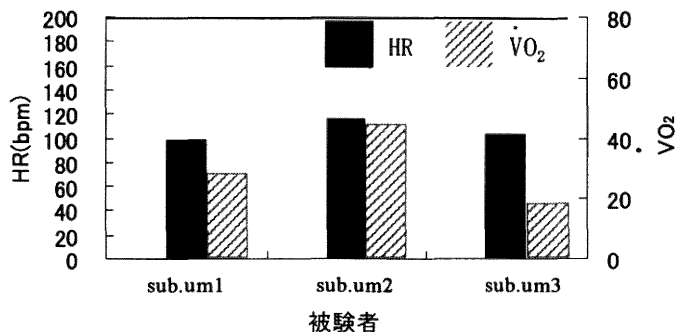


図 5 男子大学生選手におけるドライブ練習時の酸素摂取量及び心拍数変化

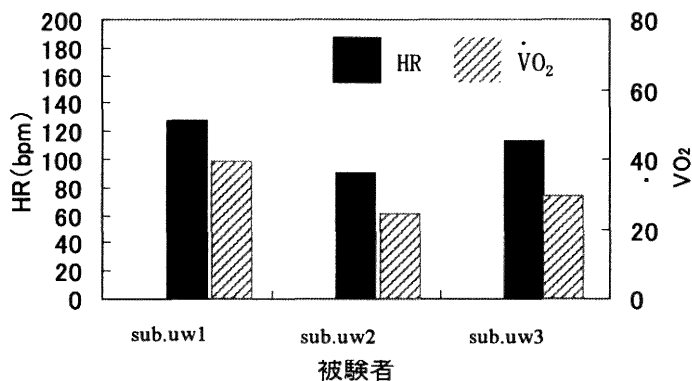


図 6 女子大学生選手におけるドライブ練習時の酸素摂取量及び心拍数変化

4-4 2分間切替し練習中における酸素摂取量及び心拍数変化について

切替し練習中の男子大学生選手における体重当たりの $\dot{V}O_2$ の平均値は 44.2 ± 3.0 ml/kg/min、平均 HR は 109.08 ± 4.7 bpm。運動強度の指標としては R.M.R で 5.8 ± 2.8 kcal、 $28.1 \pm 3.0\% \dot{V}O_{2max}$ であった。

女子大学生選手における体重当たりの $\dot{V}O_2$ の平均値は 59.1 ± 7.1 ml/kg/min、平均 HR は 124.61 ± 15.2 bpm。運動強度の指標としては R.M.R で 6.6 ± 1.0 kcal、 $40.7 \pm 9.3\% \dot{V}O_{2max}$ であった。

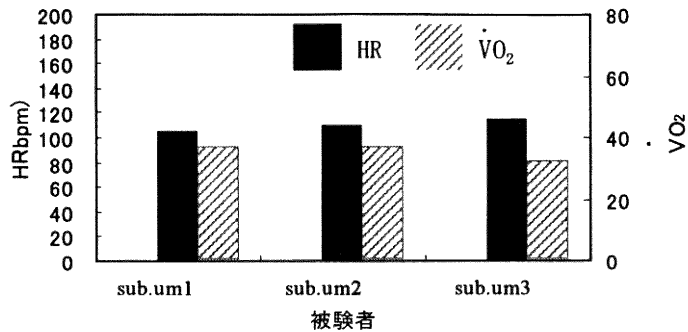


図 7 男子大学生選手における切替し練習時の酸素摂取量及び心拍数変化

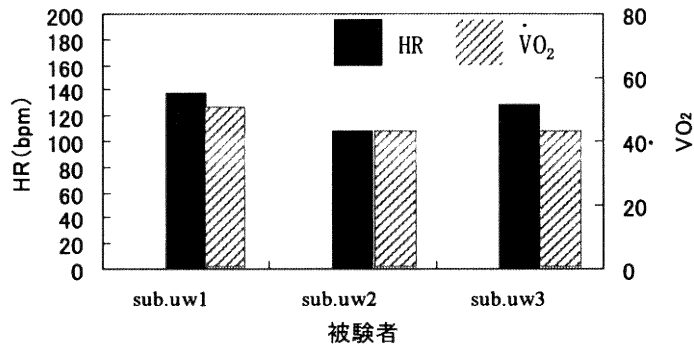


図 8 女子大学生選手における切替し練習時の酸素摂取量及び心拍数変化

4-5 2分間ドライブ・スマッシュ打ちによるフットワーク練習中における酸素摂取量及び心拍数変化について

ドライブ・スマッシュ打ちによるフットワーク練習中の男子大学生選手における体重当たりの $\dot{V}O_2$ の平均値は 68.6 ± 9.7 ml/kg/min、平均 HR は 136.56 ± 11.7 bpm。運動強度の指標としては R.M.R で 8.5 ± 2.6 kcal、 $50.1 \pm 7.4\%$ $\dot{V}O_{2max}$ であった。

女子大学生選手における体重当たりの $\dot{V}O_2$ の平均値は 72.4 ± 8.3 ml/kg/min、平均 HR は 150.46 ± 12.1 bpm。運動強度の指標としては R.M.R で 10.1 ± 1.3 kcal、 $60.9 \pm 8.0\%$ $\dot{V}O_{2max}$ であった。

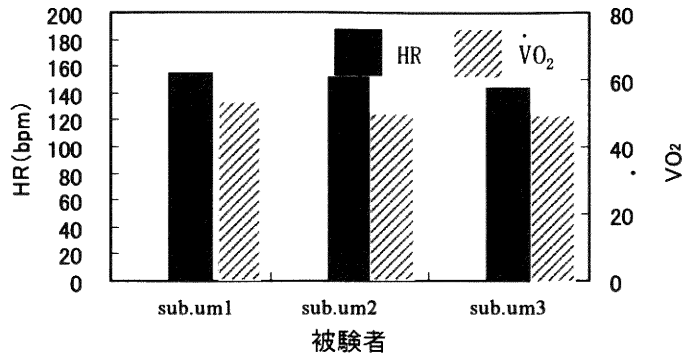


図 9 男子大学生選手におけるドライブ・スマッシュ打ちによるフットワーク練習時の酸素摂取量及び心拍数変化

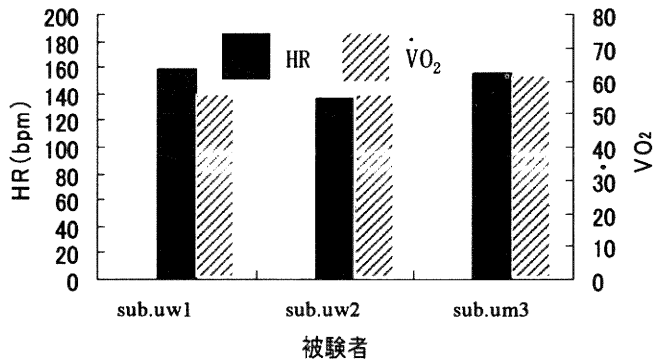


図 10 女子大学生選手におけるドライブ・スマッシュ打ちによるフットワーク練習時の酸素摂取量及び心拍数変化

5 考 察

城西大学学生陸上短距離選手 7 名の体重当たりの最大酸素摂取量の平均値は 49.5ml/kg/min、6 名長距離選手の体重当たりの最大酸素摂取量の平均値は 57.34ml/kg/min であった⁷⁾。は、一流陸上競技選手の測定を行い、短距離選手 5 名、体重当たりの最大酸素摂取量の平均値は 78.7ml/kg/kg と報告している⁸⁾。

また、サッカー選手 5 名の体重当たりの最大酸素摂取量の平均値は 46.3ml/kg/min であった⁹⁾。全日本ユース候補選手 16 名の測定を行い、体重当たりの最大酸素摂取量の平均値は 62.9ml/kg/min と報告している¹⁰⁾。

アメリカン・フットボールは高い有酸素的能力が要求されると考えられるが、最大酸素摂取量については、むしろ、短距離選手に近い値を示すことについて興味を持たれる点であると述

大学生卓球選手練習中における酸素摂取量及び心拍数変化について（張）

べている¹¹⁾。

今回の実験により、実際の卓球競技中では、陸上選手やサッカー選手などのような非常に高い運動強度や酸素摂取量が必要ではないと考えられる。

財団法人日本卓球協会スポーツ科学委員会が発行した「Q&A 方式 卓球スポーツ科学ハンドブック」によれば、「卓球は有酸素運動の代表的なスポーツである。この有酸素運動とは、大気中の酸素を取り入れエネルギーを産出する運動である。エアロビック、マラソンなども同じ有酸素運動であり、これは、脂肪燃焼効果が大きい」とされている¹²⁾。

各パターン練習中の酸素摂取量・心拍数および運動強度の指標に関しては、女子大学生選手がすべて男子大学生選手より高かった。

この主な原因としては、女子大学生選手が男子大学生選手より練習中の体全身の動きが多かったためであると考えられる。

清野によると卓球競技が相当 skill を重視しなければならない種目であることは異論のないところである。高度な skill を発揮するには、ある程度の体力、持久力などが必要である¹³⁾。

今回の実験を踏まえ、体力・持久力等を向上するための練習パターンには、ドライブ・スマッシュ打ちによるフットワーク系の練習が一番効果的であると言えるだろう。

6 まとめ

卓球は運動範囲が狭いが、俊敏な動作が要求される運動形態をとり、上肢と下肢を間欠的に動かす運動である。活動筋の絶対量は1ポイント中の動作時間が極めて短いものであるから筋力やパワーといった体力要素よりも敏捷性が最も要求されるものである。

規則的なフットワーク練習を多球練習法で行なった場合に、呼吸循環器系機能の指標としての酸素摂取量および心拍数が著しく高値を示した。このことは、これらの多球練習が卓球選手の呼吸循環器系の機能を高める上で、非常に効果的な専門的トレーニングであることを示した。

今後、実験条件さらに整え、卓球競技の実際の試合中による酸素摂取量、心拍数等を測定し、心臓機能を促進による心拍数の反応を運動負荷強度として考慮する場合、実質的にプレイの動作に含まれないロスタイムをどのように活用するかによって変化する心拍数を考慮しながらゲームにおける運動負荷強度を考えなければならないと考えられる。

<注>

- 1) 品田めぐみ「卓球の運動強度に関する研究」、『日本体育学会大会号』31、p.397、1980。
- 2) 張 環宇「中国プロ卓球選手の練習中における心拍数について」、『新潟体育研究』27、2008。
- 3) 西田昌宏『卓球』、ベースボール・マガジン社、pp.10-11、1985。
- 4) 吉田和人『卓球ステップアップ術発想を変えてみませんか?』、静岡新聞社、2004。
- 5) 葛西順一「卓球競技の試合中および練習中における酸素摂取量の測定」、『日本体育学会大会号』44、

P.678、1993。

- 6) 前掲、葛西「卓球競技の試合中および練習中における酸素摂取量の測定」。
- 7) 明石正和 他「本学運動競技選手の最大酸素摂取量」、『城西大学研究年報紀要』6、pp.119 - 126、1982。
- 8) 黒田善雄他「日本人一流競技選手の最大酸素摂取量と最大酸素負荷量」、『日本体育協会スポーツ科学研究報告』第1報、1968。
- 9) 前掲、明石「本学運動競技選手の最大酸素摂取量」。
- 10) 戸莉晴彦他「一流サッカー選手の体力について」、『体育紀要』13、pp.33 - 42、1979。
- 11) 前掲、黒田「日本人一流競技選手の最大酸素摂取量と最大酸素負荷量」。
- 12) 日本卓球協会スポーツ科学委員会編『Q&A方式・卓球スポーツ科学ハンドブック』、同委員会、pp.28-29、1993。
- 13) 清野幸也「卓球の試合中における心拍数」、『日本体育学会大会号』30、p.288、1979。

主指導教員（牛山幸彦准教授）、副指導教員（五十嵐久人教授、八坂剛史准教授）