

(Memoirs of the Faculty of Education and Human Studies)
 (Akita University (Natural Science))
 70, 83 – 87 (2015)

ソフトテニスにおけるダブルスの運動強度

伊藤 慎吾・高崎 裕治

秋田大学教育文化学部

Exercise intensity during doubles soft tennis match

Shingo ITO, Yuji TAKASAKI

Department of Sport and Health Education, Akita University

Abstract

To assess physical load of doubles soft tennis match, heart rate was measured in male college students. Sixteen soft tennis players belonging to the college sports club, aged 19 to 22 years, took part in the measurement. They were at a level of competing for the top of local tournaments. A bracelet type receiver was mounted on the wrist of the subject and the heart rate sensor was attached to the chest using the strap as a transmitter. A total of 13 matches were held in the outdoor court through September to October. As a result, exercise intensity during the doubles soft tennis match was between 140 and 150 beats/min with an average heart rate, corresponding to approximately 60% of Vo_{2max} . Soft tennis was considered to be a little stronger in exercise intensity than tennis played with a hard ball. Multiple times of the matches showed that there was no difference in exercise intensity between forward and back players. Comparing service and return games, it was found that significantly higher heart rate values during service than in return games, especially the trend was clear in back players. Heart rate during tennis match would be also somewhat influenced by other conditions such as competition level, tactics, sex, and age.

Keyword : soft tennis, doubles, exercise intensity, forward, back, service game, return game

ソフトテニス, ダブルス, 運動強度, 前衛, 後衛, サービスゲーム, リターンゲーム

近代テニスは19世紀後半に英国で考案されたが、以来、ヨーロッパから世界中へと広まっていった。日本に伝わるのは早く、同じく19世紀後半に文部省の教員養成施設である体操伝習所においてアメリカ人により紹介されたといわれている。当初はテニスボールを手に入れるのが難しかったために代替品としてゴムボールを使用した。それがいわゆる軟式庭球の始まりにつながった。20世紀の初めのころ、国内の関係者が集まってゴムボールを用いた日本独自の軟式庭球のルールを制定したとされている。以後、軟式庭球は周辺の東南アジア諸国に広まり、現在では世界各地でも行われるようになった。国際化を意識して1992年、軟式庭球はソフトテニスという名称に変更されている。

日本国内において、ソフトテニスは中学校や高校の学校体育で昔から盛んに行われてきた。ソフトテニスは硬式テニスと比較するとマイナーな種目にみなされがちであるが、日本の中学校や高校においては競技人口が多い。平成26年度についてみると、全国中学校体育連盟に加

盟している登録者数はソフトテニスで36.7万人、硬式テニスで4.4万人と圧倒的にソフトテニスの登録者が多い。高校になると体育連盟に加盟している登録者数はソフトテニスで8.2万人、硬式テニスで10.6万人と硬式テニスの方がやや多くなるが、ソフトテニスの登録者数も少なくない。

近年はシングルスも採用されるようになったが、元来、ソフトテニスはダブルスのみの競技として長い歴史を持つことが特徴としてあげられる。ダブルスについて、前衛と後衛それぞれのプレイがどの程度の運動強度であるのかは、この種目の身体活動量を知る上で不可欠なものとなる。測定が容易なことから各種スポーツ種目の運動強度は被験者の心拍数を指標として数多く調べられている(山地, 1981)。ソフトテニスのゲーム中の心拍数も過去において測定されているが、硬式テニスほどには調べられていない。しかも、前衛と後衛の心拍数について示されている数値には相違がみられる。加賀谷と山本(1977)は、男子大学生ソフトテニス部員について一

表1 被験者（男子大学生ソフトテニス部員）の身体的特徴と運動歴

被験者	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)	運動歴			自己最高(個人)の成績
					小学校	中学校	高校	
A	20	166	54	19.6	水泳	ソフトテニス		県・ベスト32
B	19	173	77	25.7	－	〃		ブロック・ベスト8
C	21	168	57	20.2	野球	〃		県・ベスト8
D	19	175	65	21.2	水泳	〃		県・ベスト32
E	20	171	58	19.8	バスケット	〃		県・ベスト16
F	21	173	72	24.1	テニス・野球	〃		県・ベスト16
G	21	172	61	20.6	ソフトテニス・体操	〃		ブロック・出場
H	21	168	62	22.0	野球	〃		ブロック・ベスト8
I	22	177	83	26.5	サッカー	〃		地区・1位
J	20	168	55	19.5	－	〃		県・出場
K	21	168	60	21.3	ソフトテニス	〃		県・ベスト4
L	19	166	54	19.6	－	〃		地区・ベスト8
M	20	176	66	21.3	ソフトテニス	〃		ブロック・3回戦
N	22	176	62	20.0	陸上	〃		県・2位
O	22	172	60	20.3	野球	〃		ブロック・ベスト8
P	20	172	70	23.7	－	〃		県・3位
平均値	20.5	171.3	63.5	21.6				
標準偏差	1.0	3.6	8.4	2.2				

組のペアのゲーム中の心拍数をテレメーターで連続記録し、平均心拍数が前衛で139拍/分、後衛で155拍/分であったとしている。一方、今井ら(1980)は同じく男子大学生ソフトテニス部員の一組のペアについてゲーム中の心拍音をハート・コーダーで録音し、平均心拍数が前衛で149.9拍/分、後衛で142.1拍/分であったとしている。これら2つの報告で前衛と後衛の運動強度を比較した結果は異なっているが、被験者相互の技能の違いや対戦相手の違いによって運動強度は異なってくるものと思われる。また、僅か一組のペアを測定して得られた心拍数からソフトテニスの運動強度を検討することは困難である。

したがって、本研究では男子大学生ソフトテニス部員の前衛と後衛の複数組を被験者としてゲーム中の心拍数を測定し、総合的にみてソフトテニスのダブルスの運動強度がどの程度のものであるのか、また、前衛と後衛、サービスゲームとリターンゲームで運動強度に相違があるのかを検討したので報告する。

方法

被験者は東北地方の国立大学のソフトテニス部に所属している男子大学生である。インフォームドコンセントの手続きを書面により行った。被験者となった16名の身体的特徴と運動歴を表1に示している。年齢は19歳から22歳まで(平均年齢20.5歳)の学部生である。運動歴についてみると、全員が中学校と高校でもソフトテニス部に所属していた。自己最高の個人成績から今回の

被験者の競技レベルを概観すると、地方大会で上位を競う程度のレベルにある。

これらのソフトテニス部員が、9月と10月に屋外のテニスコート(オムニ)で地方大会出場の見込みを兼ねてダブルスのゲームを合計13回実施した。ソフトテニスのルールは基本的に硬式テニスと同じで、1ゲームは4点先取、3対3の場合はデユースとなる。本研究では7ゲームマッチを行った。プレーするコートは奇数ゲーム終了ごとに交替する。ゲームごとに対戦相手とサーブを交代するが、前衛と後衛が2本ずつサーブする。ただし、ファイナルゲームまで戦ったときは7点先取で6対6の場合はデユースとなる。そのとき、サーブは対戦相手と2本ずつ交代する。

ゲーム中の心拍数の測定には、受信器であるブレスレット型のアクティビティ・トラッカー(ポラール社、Loop)を被験者の手首に装着し、心拍の発信器としてストラップに取り付けたセンサー(ポラール社、H6心拍センサー)を胸部に装着した。心拍データを取り込んだ受信器をインターネットに接続し、ウェブサービスによりコンピューター画面で心拍数の時間経過を知ることができる。本研究では、表示される心拍数を15秒間隔でピックアップしデータとして用いた。

前衛と後衛の心拍数の差については対応のある平均値の差の検定を行い、サービスゲームとリターンゲームの心拍数の差については分散が等しいと仮定したときの平均値の差の検定を行った。両側検定を行い、有意水準を5%とした。

表2 ゲームにおける前衛と後衛の心拍反応

ゲーム	被験者		ゲーム時間 (分)	ゲームカウント・勝敗	平均心拍数 (拍/分)				
	前衛	後衛			ゲーム前 前衛	ゲーム前 後衛	ゲーム中 前衛	ゲーム中 後衛	ゲーム中の差 (前衛 vs 後衛)
1	B	A	24	3 - 4・負け	75	64	124	127	* (前<後)
2	D	C	26	3 - 4・負け	87	91	161	170	** (前<後)
3	F	E	14	2 - 4・負け	97	80	151	145	** (前>後)
4	D	A	11	0 - 4・負け	104	97	141	119	** (前>後)
5	H	G	17	4 - 2・勝ち	104	93	153	153	n.s.
6	I	H	11	4 - 1・勝ち	101	90	128	143	** (前<後)
7	J	C	14	4 - 2・勝ち	101	97	125	165	** (前<後)
8	L	K	24	4 - 3・勝ち	93	85	145	129	** (前>後)
9	K	M	21	4 - 3・勝ち	93	104	115	141	** (前<後)
10	N	G	10	4 - 0・勝ち	103	96	153	147	** (前>後)
11	P	O	12	4 - 0・勝ち	98	99	151	180	** (前<後)
12	O	E	20	3 - 4・負け	91	103	152	131	** (前>後)
13	B	P	27	4 - 3・勝ち	69	111	124	154	** (前<後)
平均			17.8		93.6	93.2	140.2	146.5	n.s.
標準偏差			6.2		10.9	11.9	15.0	17.9	

* ; p<0.05, ** ; p<0.01

結果と考察

各ゲームを行ったときの前衛と後衛の心拍数を表2に示している。被験者相互の技能、対戦相手、戦術などがゲームごとに異なるので心拍数にばらつきがみられるが、すべてのゲームを前衛と後衛を併せて平均すると、ゲーム中の心拍数は143.4拍/分になる。これまでの男子大学生ソフトテニス部員を調べた報告をみると、加賀谷と山本(1977)が示している一組のペアの心拍数を平均すると147.0拍/分、今井ら(1980)が示している一組のペアの心拍数の平均は146.0拍/分である。今回、13組のペアから得られたゲーム中の心拍数は以前の報告よりも数拍少ないが、ソフトテニスのダブルスにおけるゲーム中の運動強度は平均心拍数で140拍/分から150拍/分の間くらいと考えられる。被験者の推定最大心拍数から計算すると、60% Vo₂max 程度の運動強度に相当する。岩崎ら(1996)は4人の女子高校生を被験者にしてシングルのゲームを6回行い、平均心拍数が156.4拍/分であったとしている。性差や年齢差も考慮すべきであるが、ダブルスよりもシングルの運動強度の方が高くなると推測される。

硬式テニスについて本研究と同程度の競技レベルにあると思われる大学生を扱ったのを見ると、佐藤ら(2001)が男子大学生硬式テニス部員3名から得たダブルスのゲーム中の平均心拍数は125.0拍/分、シングルのゲーム中の平均心拍数は143.7拍/分であったとしている。さらに、佐藤ら(2004)は女子大学生硬式テニス部員についても調べ、4名のダブルスのゲーム中の平均心拍数が130.4拍/分、シングルのゲーム中の平均心拍数が

143.2拍/分であったとしている。田村ら(1990)は男子部員4名について60分間の時間制限で17回のダブルスのゲームを行ったときの平均心拍数を求めている。具体的な数値は記されていないが図示されているものを読み取ると、平均心拍数が140拍/分台の部員1名、130拍/分台の部員1名、120拍/分台の部員1名、110拍/分台の部員1名であった。これらの結果と今回得られた結果を比較すると、ソフトテニスは硬式テニスよりも幾分、運動強度が強いのではないかと考えられる。

前衛がネット付近での攻撃であるのに対して、後衛は後方の比較的広い範囲における防御で運動強度が強いというイメージを持つ者もいるが、その差異は明らかでない。表2には、前衛と後衛のゲーム中の平均心拍数を比較した結果も示している。各ゲームにおいて対応のある平均値の差の検定を行うと、合計13回行ったゲームのうち、平均心拍数において後衛の方が高かったもの7ゲーム、前衛の方が高かったもの5ゲーム、差がなかったもの1ゲームであった。また、13組の前衛と後衛の平均心拍数そのものについて対応のある平均値の差を検定すると有意差は認められなかった。加賀谷と山本(1977)や今井ら(1980)がそれぞれ一組のペアから前衛と後衛の運動強度について異なった結果を示しているが、複数回のゲームを試行した本研究からは前衛と後衛の運動強度に差はないという結果が得られた。ボールに反応する俊敏性や強打するパワーなど、後衛に劣らない運動強度が前衛にも求められているものと思われる。

表3は各ゲームにおけるサービスゲームとリターンゲームについて、前衛と後衛の平均心拍数を示したもの

表3 サービスゲームとリターンゲームにおける心拍反応

ゲーム	被験者		平均心拍数 (拍/分)					
	前衛	後衛	前衛			後衛		
			サービス ゲーム	リターン ゲーム	差	サービス ゲーム	リターン ゲーム	差
1	B	A	122	123	n.s.	123	128	n.s.
2	D	C	156	162	** (サ<リ)	169	169	n.s.
3	F	E	154	147	* (サ>リ)	151	138	** (サ>リ)
4	D	A	147	136	** (サ>リ)	133	133	n.s.
5	H	G	157	147	** (サ>リ)	157	146	** (サ>リ)
6	I	H	132	124	** (サ>リ)	151	136	** (サ>リ)
7	J	C	124	125	n.s.	165	165	n.s.
8	L	K	147	144	n.s.	129	127	n.s.
9	K	M	114	116	n.s.	143	140	n.s.
10	N	G	153	153	n.s.	156	143	** (サ>リ)
11	P	O	147	156	* (サ<リ)	181	179	n.s.
12	O	E	155	151	n.s.	139	127	** (サ>リ)
13	B	P	126	126	n.s.	156	157	n.s.
平均			141.2	139.3	n.s.	150.2	145.3	* (サ>リ)
標準偏差			15.2	15.0		16.6	17.2	

* :p<0.05, ** :p.0.01

である。各ゲームにおいて前衛と後衛の各被験者で平均値の差の検定を行うと、平均心拍数はサービスゲームの方が高かったもの10例、リターンゲームの方が高かったもの2例であった。また、各被験者について計算したサービスゲームとリターンゲームの平均心拍数そのものについて対応のある平均値の差を検定すると、前衛では有意差が認められず、後衛ではサービスゲームの方が平均心拍数は5%水準で有意に高かった。得られた結果から、全体的にサービスゲームの方がリターンゲームよりも運動強度が強く、特に後衛のプレイヤーにおいてその傾向が明瞭に示された。

サービスゲームとリターンゲームにおける運動強度については、Fernandezら(2007)も比較している。彼らは8人のジュニア女子選手(平均年齢17.3歳)が硬式テニスのシングルスに出場したときの心拍数を測定し、平均心拍数がサービスゲームで166拍/分、リターンゲームで156拍/分であったとして有意差を認めている。サービスゲームが勝敗を左右する重要な役割を担っているものとして捉え、サーバーがサービスエースやリターンフォルトを狙って運動強度を強めていると述べている。また、サービスゲームの重要性からそのゲームを必ずものにしなければならないという心理的ストレスが交感神経活動を高めて心拍数の増加に寄与すると考察している。

彼らは硬式テニスの運動強度についてレビューし

(Fernandezら, 2006)、プレイヤーの競技レベル、スタイル(防御型、攻撃型など)、性別、コート表面(ハード、クレー、グラスなど)、ボール径や環境条件が運動強度に影響することを記している。これらに加えて、運動強度を心拍数で評価する場合、最大心拍数が異なるので年齢も考慮しなければならない。本研究において示された運動強度は男子大学生ソフトテニス部員を被験者として得られたものであり、上記の諸条件により多少変化するものと考えられる。

まとめ

男子大学生ソフトテニス部員16名を被験者としてダブルスのゲーム中の心拍数を測定し、ソフトテニスの運動強度を検討した。結果として以下のような知見を得た。

- (1)ゲーム中の運動強度は平均心拍数で140拍/分から150拍/分の間、被験者の推定最大心拍数から計算すると、60% Vo₂max程度の運動強度に相当する。
- (2)ソフトテニスは硬式テニスよりも運動強度が少し強いと考えられる。
- (3)複数回のダブルスのゲームを試行した結果からは、前衛と後衛の運動強度に差を認めなかった。
- (4)サービスゲームの方がリターンゲームよりも運動強度が強く、特に後衛のプレイヤーにおいてその傾向が明瞭であった。

文献

- Fernandez, J., A. Mendez-Villanueva, B.M. Pluim: Intensity of tennis match play, *British Journal of Sports Medicine*, 40:387-391, 2006
- Fernandez, J., A. Mendez-Villanueva, B. Fernandez-Garcia, N. Terrados: Match activity and physiological responses during a junior female singles tennis tournament., *British Journal of Sports Medicine*, 41:711-716, 2007
- 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 (1) : 72-78, 1980
- 岩崎英人, 川上雅之, 西垣利男, 荒木直彦, 青木敦英: ソフトテニスの運動強度-シングルスゲームについて-, *山陽論叢*, 3 : 129-135, 1996
- 加賀谷熙彦, 山本和雄: 軟式テニスの運動強度, *体育科学*, 5 : 117-122, 1977
- 佐藤浩司, 竹内正雄, 竹ノ谷文子: 大学硬式テニス選手のゲーム中の心拍反応, *上智大学体育*, 34 : 1-8, 2001
- 佐藤浩司, 竹ノ谷文子, 竹内正雄: 大学女子硬式テニス部員のゲーム中の心拍反応について, *上智大学体育*, 37 : 27-34, 2004
- 田村義男, 渡辺直吉, 室 増男: 心拍数からみたテニス選手の運動負荷強度に関する研究 ダブルスの試合の特徴について-第1報-, *法政大学体育研究センター紀要*, 19-26, 1990
- 山地啓司: 運動処方のための心拍数の科学, *大修館書店*, 97-98, 1981