

# Biomechanical Analysis of Tennis Service Performed by Femals Novice Players

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/20461">http://hdl.handle.net/2297/20461</a>

# 女性初心者における硬式テニスサービスの 基礎的実験研究

山本 博男・直江 義弘\*・福島 基\*・横山 健\*  
南谷 直利\*・芦崎 守\*\*・滝 優一郎\*\*\*

## Biomechanical Analysis of Tennis Service Performed by Female Novice Players

Hiroh YAMAMOTO・Yoshihiro NAOE\*・  
Motoi FUKUSHIMA\*・Ken YOKOYAMA\*・  
Naotoshi MINAMITANI\*・Mamoru ASHIZAKI\*\*・  
Yuh-ichiroh TAKI\*\*\*

### はじめに

現在テニス人口は、1,000万人とも1,500万人とも言われており、全国各地にテニスコートが設置されている。また、昔は屋外のスポーツであったテニスが、最近では体育館や専用のインドアコートを利用したオールシーズンのスポーツとなってきている。同時に、運動不足の解消、技術をより高めたいなどの要求が増したことにより、テニス・スクールが誕生、増加し、そこに通う者は老若男女を問わなくなっている。とりわけ、若い女性がテニス・スクールの大半を構成している現状がある。

テニス・スクールで、女性初心者に教える場合、パワー・骨格・球威など様々な面から、男性に教える場合と同じように行ったのでは、技術の習得において差がでてくると考えられる。

また、テニス・スクールである技術を教える場合、グランド・ストロークに重点をおき、サー

ビスには重点をおかない傾向がある。初心者の最も苦手とするのは、サービスである。サービスは、テニスにおいて唯一自分の力で打てる動作であり、その一球で1ポイントを捕れる重要な技術である。初心者は、技術の未熟さからサービスを下から（アンダーサービス）打つ傾向があるが、それではテニスの醍醐味を、十分味わうことができない。従って、初心者指導において、指導者はグランド・ストロークばかりでなくサービスもおろそかにしてはならないと思われる。

従来、テニスに関する研究は、数多く報告されており、グランド・ストロークについて<sup>1)2)3)4)5)6)7)8)9)10)11)12)13)</sup>の研究が最も多い。しかし、女性初心者のサービスに関して、バイオメカニクスの見地からの研究はほとんどない。従って本研究の目的は女性初心者のサービス動作をバイオメカニクスの分析し動作の特徴を明らかにすることにより、テニスサービスの技術指導の基礎的資料を得ることである。

昭和63年9月16日受理

\* 金沢大学大学院

\*\* 黒部市立前沢小学校

\*\*\* 北国銀行

## 研究方法

### 1 被検者

被検者は、石川県立金沢桜丘高等学校女子生徒19名、金沢大学教育学部女子学生2名であった。これらの被検者に関する、身体的特徴及び運動歴を表1に示した。

表1 被検者の身体的特性及び運動歴

番号	被検者	身長(cm)	体重(kg)	年齢	運動歴
1	Y. M.	157.7	46.2	16	ソフトボール3年
2	A. S.	157.0	50.0	16	軟式テニス3年
3	Y. K.	159.0	48.0	16	なし
4	Y. H.	159.0	48.0	16	体操3年
5	Y. Y.	160.0	57.0	16	水泳3年
6	Y. H.	163.0	53.0	17	バドミントン3年
7	C. H.	163.0	50.0	15	バレーボール3年
8	C. Y.	152.0	55.0	17	軟式テニス3年
9	A. M.	156.0	57.2	15	水泳3年
10	S. T.	167.1	55.5	15	剣道3年
11	M. K.	164.1	55.0	16	陸上競技3年
12	C. N.	150.0	43.0	15	バレーボール3年
13	Y. U.	154.7	51.0	15	なし
14	C. K.	156.5	49.5	16	なし
15	N. U.	156.0	53.0	15	なし
16	S. H.	163.8	45.5	16	なし
17	S. M.	162.0	50.5	17	卓球3年*
18	T. H.	150.0	45.0	17	軟式テニス3年
19	T. T.	160.0	53.0	15	陸上競技3年
20	Y. M.	153.0	47.0	21	空手2年
21	K. M.	161.0	50.0	21	ハンドボール3年
	X	158.3	50.6		
	SD	4.64	3.95		

\*尚, Subj. 17は左ききであった。

### 2 実験期日

昭和62年11月15日

### 3 実験場所

金沢大学小体育館

### 4 実験手順

被検者は一人ずつ予め用意されたフォースプレート上に立ち、エレクトロゴニオメーターを右肘につけた後、練習を行わせた。練習は、トスアップによるサービスを2回フォースプレート上で行わせた。その際、サービスは最大努力で予め用意された標的に向かって行わせた。また、技術指導は一切行わなかった。

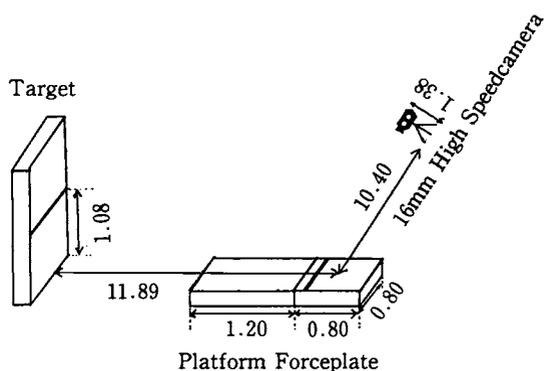


図1 実験装置配置図 (単位: m)

被検者は、2回のサービス練習後1回試技を行った。なお、から振り等で試技が行えなかった場合に限り、再度試技を行った。実験の概要を図1に示した。フォースプレート上に5cmの白ビニールテープをベースラインとして貼付し、被検者にはベースライン後方で試技を行わせた。また、標的は小体育館のドアに2cmの黒ビニールテープを貼付した。ベースラインから標的までは、国際テニス連盟の規則に基づき、ベースラインからネットまでの距離11.89mとし、標的の高さは、ネットの高さ0.91mにフォースプレートの高さ0.17mを加えた1.08mとした。16mmハイスピードカメラをベースラインと平行に、フォースプレートの中心から10.40m離れた位置に設置した。また、動作分析、床反力波形分析および肘角度分析の同期は、フラッシュ閃光と電気信号を同時に入れて行った。

#### (1) 16mmハイスピードカメラによる撮影

被検者は、肩・肘・手首の各関節とラケットの先端に横3cm、縦1cmの黒ビニールテープ上に1cm四方の白ビニールテープを貼ったものをマーカーとして貼付された。フィルム速度は、64fpsで行い、カメラはフォトソニック16mmカメラを使用した。

#### (2) エレクトロゴニオメーターによる肘角度の測定

被検者のサービス動作のうち、“ため”の状態及びインパクトの状態のきき腕の肘角度を測定するため、エレクトロゴニオメーターを使用し

た。

(3) 床反力波形の測定

サーブ動作中の床反力を知るために、フォースプレートを使用し、三方向の力をペーパースピード50mm/secで記録した。

5 分析項目

(1) フィルムモーションアナライザーによる動作分析

サーブ動作をより顕著に表わすため、肩・肘・手首及びラケット先端のスティックピクチャーを求めた。さらに、永田(1983)<sup>11)</sup>の報告に従い、本研究ではサーブ動作の分類を行った。

(2) エレクトログonioメーターによるきき腕の肘角度の分析

パワーのあるサーブを打つためには、屈曲していた肘が、最大限度伸展した時にインパクト状態にあるのが理想である。よって本研究では「ため」の状態とインパクトの状態のきき腕の肘角度を測定し、統計的処理を行った。

(3) フォースプレートによる床反力波形の測定分析

きき腕とともに、パワーのあるサーブ、安定したサーブを打つためには、体重移動は欠くことのできない要素である。よって本研究において、床反力波形から三方向における最大荷重値及び最大荷重の体重比を求めた。

結 果

1 16mmハイスピードカメラからのフィルム分析

本研究では永田ら(1983)<sup>11)</sup>が報告した3種類のサーブ動作パターンを示した。3種類のサーブ動作パターンとは、インパクト前まで手首の屈曲が顕著であり、インパクト後は伸展してふりおろす「水車型」、サーブ動作中手首や肘関節の屈曲が顕著で、肩や上体の移動が少なく上下方向の移動が大きい「かかえ込み・屈曲型」、身体の水平移動が強調され上下運動の少

ない「水平移動型」である。本研究において「水車型」を示した者は2名、「かかえ込み・屈曲型」を示した者は1名、「水平移動型」を示した者は18名であった。「水車型」「かかえ込み・屈曲型」「水平移動型」の代表的なスティックピクチャーを図2, 3, 4に示した。

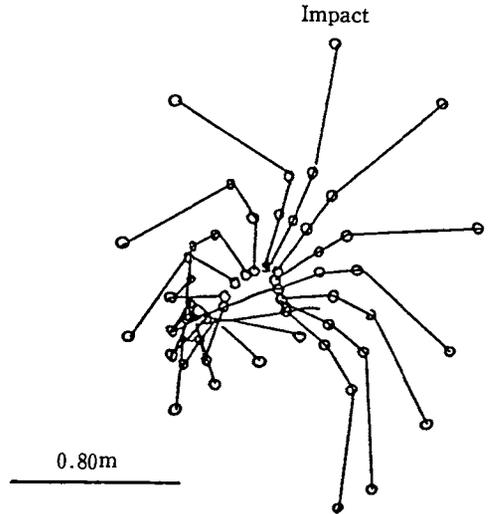


図2 サービスにおける肩・肘・手首・ラケット先端のスティックピクチャー(水車型)

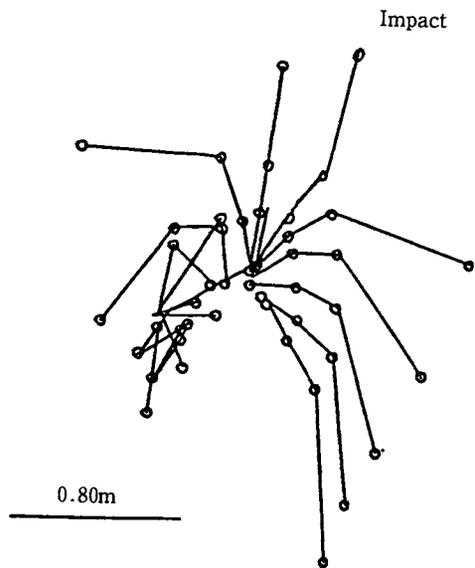


図3 サービスにおける肩・肘・手首・ラケット先端のスティックピクチャー(かかえ込み・屈曲型)

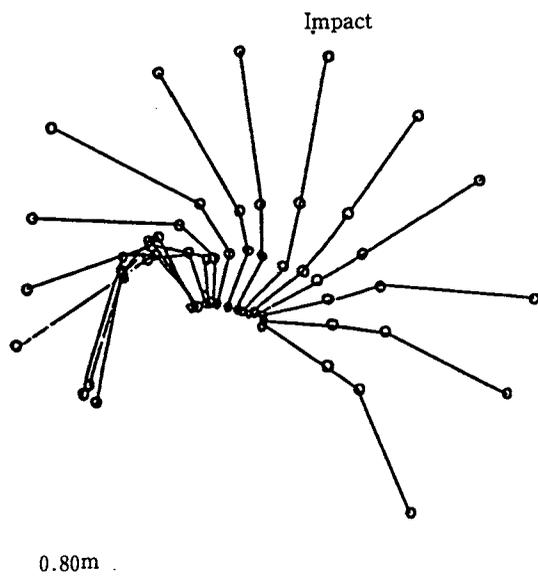


図4 サービスにおける肩・肘・手首・ラケット先端のスティックピクチャー（水平移動型）

「水車型」の上肢の円弧は、きれいな楕円運動であり、動作がなめらかに行なわれている。(図2)

「かかえ込み・屈曲型」は、ボールインパクト時には最大限、可能な限り伸びあがり、インパクト後、上肢を脇に抱え込む動作が強調される。そのため、各関節は、きれいな円弧運動を行っている。(図3)

「水平移動型」は、身体の水平移動が上下運動に比べ強調されるため、ボールインパクトも前傾した身体の位置でとらえ、身体が前方へ流れやすい。(図4)

ラケット先端の速度変化に関して、図中の○印の間隔が広いほど速度が速いことを示すが、「水平移動型」は、○印の間隔が一定であり、等速でスイングしている。「水車型」、「かかえ込み・屈曲型」は、インパクト直前後の間隔が、「ため」やフォロースルー時に比べて広い。即ち、インパクト直前後でスイングスピードが速くなっている。

また、「ため」の時に見られる動作パターンとして、ラケット先端が上を向く者と下を向く者がそれぞれ5名、16名みられた。さらにインパクトの時に、肩、肘、手首、ラケット先端の4点が一直線上に並んだ者が4名、肘からの屈曲がみられた者は8名、手首からの屈曲は9名見られた。

## 2 フォースプレートによる床反力波形の分析

### (1) 前後方向の床反力波形

動作が行われはじめた直後に、後方に力がかかりはじめ、「ため」の状態まで増加する。そして、「ため」からやや遅れた時間にピークが表われ、その後、前方へ力がかかりはじめ、インパクト時にはやや後方よりではあるが、基線付近に戻った。(図5)

### (2) 左右方向の床反力波形

どの被検者の床反力波形においても、波形はほぼ基線上に存在し、振幅はほとんどなく、平均最大荷重値は、 $2.4 \pm 0.9\text{kg}$ であった。

### (3) 上下方向の床反力波形

テニスのサービス動作は、①構えの状態、②

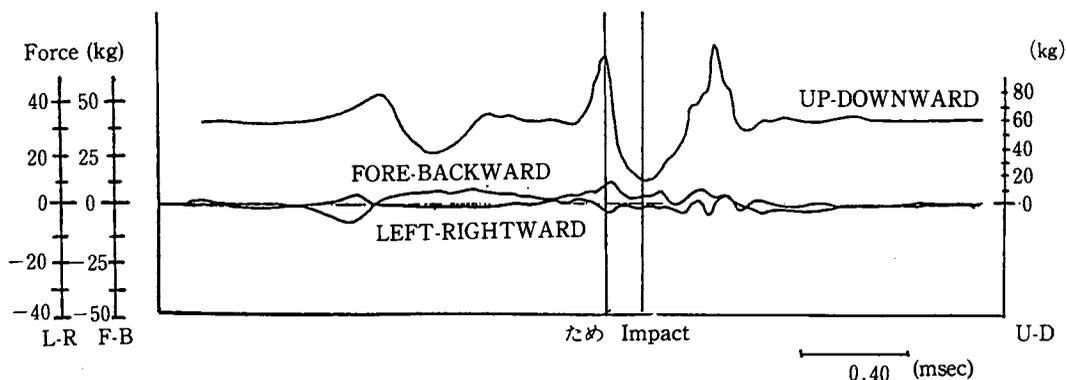


図5 サービス動作時の床反力波形

テイクバックしてボールを上にはりあげる状態、③ラケットを後方にまわし“ため”をつくる状態、④ボールをインパクトする状態、⑤フォロースルーに入る状態の5つに分類される。“ため”とインパクトにおける各被検者の床反力波形は、正常な波形を示している。つまり、“ため”の状態では、体重の沈み込みが最も大きく、それが“インパクト”に向かって上へのびあがる動作をおこし、床反力波形を凹波形にさせる。ただし、被検者の中には、インパクト後も伸び上がる動作の続く者がいた。なお、平均最大荷重値は、 $72.0 \pm 12.0$ kgであり、最大値

は112.6kg、最小値は54.4kgであった。

### 3 エレクトロゴニオメーターによる肘角度の分析

エレクトロゴニオメーターによって測定したきき腕の肘角度変化を図6に示した。即ち、“ため”の状態では、肘は最大に屈曲し、インパクトへと向かうにつれて伸展しはじめ、やがてインパクトに達する。全体的には、インパクト後も肘関節の伸展を続ける者が多かった。“ため”の状態の平均肘角度は $95.8^\circ$ 、“インパクト”の状態での平均肘角度は $151.0^\circ$ であった。

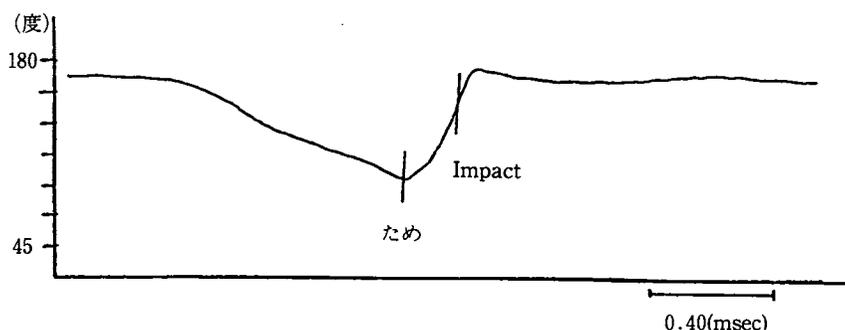


図6 サービス動作時の肘角度変化

## 考 察

### 1 16mmハイスピードカメラによるフィルム分析

永田ら(1983)<sup>11)</sup>の報告と同様、本研究でも「水車型」、「かかえ込み・屈曲型」、「水平移動型」の3種類の動作パターンが現れた。本研究の結果から女性テニス初心者は、「水平移動型」の動作パターンが多いと思われる。これは「水平移動型」のサーブでは、速いサーブは打てないであろうが、安定したサーブを打てるためだと考えられる。

#### (1) 肩関節

「水平移動型」サーブ動作パターン中、肩関節は、ほとんど上下運動がなく、あるのは、インパクト後のフォロースルー時に腰の屈曲によって上体が下がり、それに伴い肩関節が下がる

程度であった。即ち、ボールを打ち上げる、打ちおろすという動作はほとんど行われない。

「水車型」は、楕円型を描いている。“ため”から“インパクト”に向けては上昇し、その後下降し始める。無理のないフォームで、外施運動も行いやすく、理想的なフォームと言える。

「かかえ込み・屈曲型」は肩関節の移動が上下方向に顕著であるため、外施運動がぎこちなく、力のわりには、パワーのないサーブになりがちである。

#### (2) 肘関節

肘関節に関しても肩関節と同様のことが言える。ただし、肩関節と大いに異なるのは、“ため”の前後に見られる関節の動き方であり、「かかえ込み・屈曲型」では肘関節の屈曲が目立つ。

「水平移動型」では、“ため”の状態では、肘が高く上がり、ラケットをかつぐような状態(バツ

ク・スクラッチング・ポジション)がない者が多い。また、肘関節と肩関節の位置を比較し、肘関節が大きく後方にある者は、“ため”の状態の時、ベースラインに対し上体が垂直であることを意味し、やや後方、あるいは同位置にある者は、ベースラインに対し上体が平行であることを意味しており、スキルのには後者の方が未熟である。

### (3) 手 首

テニスに関して、手首の使い方、いわゆるリストワークとは、①甲側に曲げた状態から手のひら側に曲げるように動かす。②手のひら側に曲げたところから甲側に曲げるように動かす。③小指側に曲げた状態から親指側に曲げるように動かす。④親指側に曲げた状態から小指側に曲げるように動かす。以上4つの場合が考えられる。サーブの場合、ラケットを背中から引き上げる時は、④の動きを使い、その後、腕を内転させていきインパクトで、①の動きを使ってボールにスピードを与える。しかし、どの被検者も、①の動作は行っているが、④の動作を行っている者はわずかであった。そこから、技術の未熟さが伺われる。

### (4) ラケット先端

ラケット先端速度が大きいことは、ボール初速度を大きくすることである。「水平移動型」は、ラケット先端速度が等速であったことより、ボール初速度は遅いと思われる。初心者であるため、ボール初速度にまで意識が集中していないのであろうが、インパクトの直前後のラケット先端の速度は速い方がよいであろう。

以上の結果から、「水平移動型」のサーブ動作パターンが、初心者特有のサーブ動作といえよう。

## 2 エレクトログonioメーターによる肘角度の分析

テニスのサーブにおいて、理想的な上肢の使い方は、腕をムチのようにして使うことであるが、それは、やや肘を曲げ、リラックスした状態で構え、“ため”の状態ではさらに曲げ、“イ

ンパクト”に向かって曲げていた肘を一気に伸ばし、伸びきった状態で“インパクト”をむかえる。その後、フォロースルーでは再び肘がゆるみ、サーブ動作を終了することである。

### (1) た め

本研究の結果、“ため”の状態での最大屈曲は、75.9°であり、最小屈曲は、118.5°、平均は95.8°であった。本来、“ため”の状態以降に最大屈曲をむかえるのが望ましい。

### (2) インパクト

一般に、「インパクトの状態では、インパクト時に最大伸展をむかえるのが良い動作である。」と言われている。本研究における被検者の最大伸展角度は171.8°であり、最小は、106.2°、平均は151.0°であった。テニスのサーブ動作において、肩・肘・手首の各関節とラケット先端を結ぶ線が一直線になる時に、インパクトをむかえるのが最良の状態であるが、本研究では、各被検者ともインパクト時に肘角度が180°の者はいなかった。

本研究のエレクトログonioメーターからの分析では、初心者は肘関節のゆるみが大きく、インパクト後に最大伸展をむかえるということが言える。

## 3 フォースプレートによる床反力波形分析

フォースプレートにより、上下方向、左右方向、前後方向の床反力波形を測定した。

### (1) 前後方向

ピーク値は、“ため”の状態の時に各被検者とも前方向に現れている。テニスのサーブにおいては、いかに前方向と上下方向に体重が移動するかに良し悪しに関係してくるが、そのためには“ため”の状態がその準備期間であるから、波形から小さな値しかできないことは、初心者の特徴であろう。

### (2) 左右方向

本来、“ため”の状態の時に左方向にピーク値が出現するのだが、各被検者のピーク値は、様々な場所に出現しており、一定していなかった。原因として、各被検者は、両足先を打つ方向へ

むけ、ベースラインに対して身体が正面をむく姿勢で試技を行っていたために、身体を左右方向に動かすのは難しく、身体の動きがトスに左右されたものと考えることができる。ゆえに左右方向の体重移動が少ないことが初心者の特徴であろう。

### (3) 上下方向

ピーク値が、“ため”の状態の時に現れる者が大半であったが、一部にインパクト後の波形に現れた者がいたのは、インパクト後トスなどの関係でバランスを失ったため、膝を曲げ、バランスの回復を計ったと考えられる。

インパクト時において、各被検者の姿勢を、波形から考えると、足の裏をべったりとつけている者と、つま先立ちの者がいた。

## 結 論

テニスのサーブ動作において、女性初心者には以下のような事柄がわかった。

- 1) ビデオフィルムの分析から、スティックピクチャーを描写したが、「水車型」、「かかえ込み・屈曲型」、「水平移動型」の3つのパターンが現れ、中でも「水平移動型」を示した被検者が多かった。
- 2) ボール・インパクトは、前足よりも前方で行われており、そのため腰が屈曲した状態で行っている。
- 3) エレクトロゴニオメーターによる肘角度の測定から、肩・肘・手首とラケット先端の各点が一直線上でインパクトを行っている者が皆無であり、特に肘関節の屈曲が目立つ。
- 4) ラケット先端の移動距離から、ラケット先端の移動速度は、インパクト前後を問わず、ほぼ一定していた。
- 5) ラケットのテイクバックを、上から行う者と、下から行う者がいることがわかり、上から行う者が大半を占めていた。
- 6) フォースプレートによる床反力波形から左右方向への重心移動が少なく構えの姿勢に起因

していると思われる。

## 参 考 文 献

- 1 大道等ほか：ラケットで打つことの科学(1), 新体育 49, p236-p242, 1979.
- 2 大道等：テニスラケットの機械的反応とストローク動作, 昭和59年度JJ, SPORTS SCIENCE, p209-p220, 1984.
- 3 大道等ほか：ラケット・スポーツのバイオメカニクス～用具のメカニクスから動作分析へ～, 体育の科学 29, p763-p769, 1985.
- 4 大道等, 宮下充正：テニスラケットの瞬時速度変化, 体育の科学31, p884-p887, 1987.
- 5 川島一明, 及川直躬：硬式テニスに関する研究—サーブにおける左腕の動作分析—, 第31回日本体育学会報告書, p643, 1981.
- 6 グレグ・ブルーニック：初心者のためのサーブ練習法, T・Tennis 10月号, p65-p83, 学習研究社, 1984.
- 7 友末亮三ほか：テニスのサーブにおける「スナップ」の使い方と技術差, 体力科学30, p336, 1980.
- 8 永田晟ほか：各種テニス・スイング動作のバイオメカニカルな研究—KinematicとKineticな検討—, 昭和55年度日本体育協会スポーツ, 医科学研究報告—第4報—, p109-p121, 1980.
- 9 永田晟ほか：テニス・グランドストロークのバイオ・メカニク的分析—技術的基礎研究—, 昭和56年度日本体育協会スポーツ, 医科学研究報告—第5報—, p105-p128, 1981.
- 10 永田晟ほか：テニス競技向上のための基礎研究—テニスボール, インパクトの瞬間について—, 昭和57年度日本体育協会スポーツ, 医科学研究報告—第6報—, p57-p65, 1982.
- 11 永田晟ほか：テニスサーブ動作のバイオメカニカルな解析とパターン分類, 昭和58年度日本体育協会スポーツ, 医科学研究報告—第7報—, p317-p325, 1983.
- 12 三浦朗ほか：テニス・サーブにおけるラケットの速さと調整, 体力科学34, p448, 1980.
- 13 西島吉興ほか：硬式テニスのサーブに関する一考察 (第3報), 第31回日本体育学会報告書, p642, 1981.