

| | | | |
|---------|--------------------------------------|----------|-------|
| 氏名（本籍） | 村田 宗紀 | | |
| 学位の種類 | 博士（体育科学） | | |
| 学位記番号 | 博甲第 | 7406 | 号 |
| 学位授与年月 | 平成 27 年 3 月 25 日 | | |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当 | | |
| 審査研究科 | 人間総合科学研究科 | | |
| 学位論文題目 | テニスサーブにおける球種の打ち分けに関する バイオメカニクス的研究 | | |
| 主査 | 筑波大学教授 | 博士（学術） | 藤井 範久 |
| 副査 | 筑波大学准教授 | 博士（工学） | 小池 関也 |
| 副査 | 筑波大学准教授 | 博士（体育科学） | 榎本 靖士 |
| 副査 | 筑波大学教授 | 博士（学術） | 山田 幸雄 |

論文の内容の要旨

（目的）

サーブは、テニスにおいて唯一のクローズドスキルであり、試合の勝敗を左右する重要なショットである。そして、フラットサーブ（FL）のラケットヘッドスピード獲得メカニズムに関する研究が多く行われてきた。また実際の試合では様々な球種、たとえばキックサーブ（KC）やスライスサーブ（SL）も多用されるが、バイオメカニクスの分析した研究はほとんど見当たらない。本研究では、テニスサーブにおける球種の打ち分けメカニズムをバイオメカニクスの分析し、技術指導に対する示唆を得ることを目的とした。

（対象と方法）

研究課題 1では、上肢および上腕を対象に球種の打ち分けにともなう打球フォームの変化を kinematics 的観点から明らかにする。研究課題 2では、各球種における打球フォームを energetics 的観点から分析し、研究課題 1 で明らかにした kinematics の変化との関係を明らかにする。研究課題 3では、研究課題 1 と 2 で得られた知見にもとづき、球種の打ち分け技術の指導に対する示唆を検討する。実験においては、硬式テニスを専門とする選手 24 名を被験者とした。実験試技はデュースサイドから相手コートセンターへの FL、KC、SL とし、すべて全力で行わせた。試技中の身体、ラケット、ボールの分析対象点の 3 次元座標を光学式三次元自動動作分析装置で、地面反力をフォースプレートでそれぞれ測定し、kinematics 的分析および energetics 的分析を行った。energetics 的分析においては、関節力による回転運動エネルギーと並進運動エネルギーの「変換」という新しい概念を提案し、力学的エネルギーフローをエネルギー形態毎に定量化した。

（結果）

研究課題 1：kinematics 的観点から上腕および上肢動作の球種間の相違に着目すると、KC と SL では FL に比べて右方向ヘスウィングし、さらに KC では鉛直上方への振り上げを強調していた。球種間のスウィング方向の差は、主に上腕の kinematics の差に起因しており、特にインパクト時の上腕の姿勢の違いが最も大きく寄与していた。また、FL、SL、KC の順にインパクトにおける上腕の左回旋が大きく、

KC は SL と FL に比べて上胴が大きく左傾し、前傾が小さかった。

研究課題 2 : energetics 的観点から上胴および上肢動作の球種間の相違に着目すると、体幹関節から上胴に流入する左回旋の回転運動エネルギーは、FL、SL、KC の順に大きかった。肩関節や肘関節を適切な関節角度に維持することで、上胴からラケット保持腕に伝達する力学的エネルギーが大きくなり、同時にテイクバックから肩関節最大外旋時にかけての肩関節外旋動作に寄与していた。また、球種間の上胴の姿勢の差は、主に下胴の姿勢の差によって生じていたが、右股関節から下胴へ流入、また下胴から上胴に流出する回転運動エネルギーに球種間で差がみられ、KC において小さかった。他方、左股関節からは下胴に大きな並進運動エネルギーが流入していたが、球種間で差がみられなかった。

研究課題 3 : 研究課題 1 および 2 から得られた結果および考察から、球種の打ち分け指導をする際には分習が有効であること、非ラケット保持腕の引き付け動作が KC を打球する際に生じるフェーススピードの減少に対して重要であるといった示唆を示した。

(考察)

FL 打球時のラケットヘッドスピード獲得には遠心力やコリオリ力等の運動依存力の寄与が大きく、関節トルクだけではなく上肢の各関節角度を適正に調節することの重要性が指摘されている。本研究の結果から、球種を打ち分ける際に上胴および上肢の相対運動を調整することはラケットへ流入する力学的エネルギーの減少につながるということが明らかとなり、下肢および下胴で球種の打ち分けを制御していたと考えられる。特に、右股関節から下胴へ流入する回転運動エネルギーが下胴の姿勢を調節し、球種の打ち分けにも寄与していたと考えられる。さらに、これらの知見をもとに、以下のような指導への示唆を引き出した。たとえば、上胴の動作が球種間で適切に行えていない選手は、第 1 段階では素振りなどによって適切な上胴の調節を習得し、第 2 段階では適切なトスの位置を確認しながら実打によってサーブ動作を習得させるという分習法が適切である。また、上肢の動作に問題がある場合は、フェーススピード獲得の観点から上肢の動作を優先して習得させ、その後に球種に応じた上胴の動作を習得することが適切である。

審査の結果の要旨

(批評)

本研究は、硬式テニスサーブにおける球種の打ち分けメカニズムをバイオメカニクスの分析し、技術指導に対する示唆を得ることを目的としたものである。実際の試合においては全てのサーブを全力で行うわけではない、またレシーバーに球種を推測されないようにラケットフェースの向きを調整するなど様々な球種の打ち分け技術が用いられる可能性も残されており、今後の課題であろう。しかし、関節力による回転運動エネルギーと並進運動エネルギーの「変換」という概念を定式化し、力学的エネルギーフローをエネルギー形態毎に定量化する手法を提案したこと、提案した手法を用いることで右脚と左脚の役割分担を初めて明らかにしたこと、従来経験的に行われてきた球種の打ち分け指導に対して、客観的なデータにもとづき新たな示唆を得たことなどは、学術的および実践的に極めて高い評価を与えることができる。

平成 26 年 12 月 26 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。