

氏名	まついともゆき 松井 知之
学位(専攻分野)	博士(学術)
学位記番号	博甲第909号
学位授与の日付	平成31年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 バイオテクノロジー専攻
学位論文題目	野球選手の医学的支援に関する研究－成果と課題，課題解決に向けての取り組み－
審査委員	(主査)准教授 来田宣幸 教授 野村照夫 教授 芳田哲也

論文内容の要旨

野球は国民的スポーツであるが、投球過多によって投球障害を発症し、若年のうちに選手生命を失う選手が存在しており、社会問題の1つとなっている。第1章では、投球障害の概要および疫学的知見について整理した上で、問題の所在を明らかにし、本研究の目的と意義について述べた。投球動作はオーバーヘッドスポーツのため、主に肩関節と肘関節障害が多く、整形外科医師が高校生投手に対し理学所見検査を直接おこなった結果、二次検診の受診(病院受診)が必要と判断した選手は27.3%(肩関節15.4%、肘関節16.9%)と罹患率は非常に高い。現在、投球障害を早期に発見するための取り組みが各地で実施されているが、その医学的および社会的効果や成果に関する評価は非常に少ない。また、取り組みは医師や理学療法士の強い「思い」で実施されているケースが多く、その課題や課題解決に向けた取り組みは軽視されてきた傾向にある。そこで、本研究では、京都で実施されている高校野球選手への医科学サポートの成果をまとめ、その課題を明らかにし、課題を解決するための取り組みを整理することを目的とした。

第2章では、京都で実施されている高校野球選手への医学的サポートの内容と成果について報告した。春、夏、秋の各高校野球大会に対する医学的サポートの概要と試合中に発生した事故件数をまとめた。またメディカルチェックでは、関節可動域を測定し、投手の左右を比較すると、股関節内旋は非投球側が高い傾向であった。体幹回旋では非投球側方向(捕手方向)への回旋が有意に高値であった。これは投球動作特性である同一方向への繰り返し動作によって生じた結果であると考えた。

第3章では、関節可動域と障害との関係を明らかにするための調査について報告した。対象は、メディカルチェックに参加した、中学生軟式野球選手134例(投手34例、野手100例)および高校硬式野球選手309例(投手97例、野手212例)とした。上肢・下肢における関節可動域を測定し、投球障害肩との関係を検討した。また関節可動域以外の要因として、身長・体重、年齢、野球経験年数等による影響も検討した。その結果、中学生、高校生ともに全ての項目において、障害、健常群間に有意差を認めなかった。身長・体重、年齢、野球経験年数、野球開始年齢においては、中学生の障害群において、体重のみ有意差を認めた。

第4章では、第3章の結果から、個々単一の関節可動域ではなく、筋力・柔軟性などの複合要

素を反映し、客観的に全身の回旋運動を評価できる方法が必要であると考え、全身の回旋運動および複合的要素を反映した評価法（Throwing Rotation Assessment, TRA）を考案した。TRAは投球動作におけるフットコンタクト期を再現した評価法である。対象は、高校野球部に所属する男性投手 78 校、164 例とした。健常群および整形外科医が障害と判断した障害群を対象として TRA を測定し、その角度の違いを検討した。また障害スクリーニングの有用性を検討するため、Receiver Operating-Characteristic (ROC) 曲線を作成しカットオフ値を算出した。その結果、健常群と障害群との平均値比較では、健常群が有意に高値を示した。障害発見の感度は、74.8%と比較的高く、メディカルチェックにおけるスクリーニング法として有用といえる。またスポーツ現場においてはセルフチェック、パートナーチェックとして有用である可能性があると考えた。

第 5 章では、第 4 章で述べた TRA が身体の中のどの関節可動域を反映しているかは不明であるため、関節可動域と下肢・体幹複合評価の関連性を明らかにすることを目的として調査した。男子大学野球選手 39 名に対し、TRA に必要と推察した体幹回旋、股関節外旋・内旋、SLR (Straight Leg Raising)、HBD (Heel Buttock Distance) を測定した。評価としてピアソンの相関係数を用い、関節可動域と TRA の関連について検討した結果、個々の関節可動域はいずれの変数も TRA と相関を認めなかった。TRA で表される回旋角度は単一の関節可動域を示すものではなく、複数の関節可動域や筋力・協調性を反映している可能性がある。本結果は、投球動作においても関節可動域や筋力など複合的な機能が必要である可能性がある。

第 6 章では、投球動作と TRA および関節可動域との関係について報告した。投球動作中の関節角度と TRA との関係は明らかではなく、また、投球動作中の関節角度と静的な関節可動域との関係の報告も少ない。対象は、健常大学生投手 22 名とした。投球動作を三次元動作解析装置で投球動作中の角度を算出した。静的な関節可動域との関係においては、股関節外転角度とアーリーコッキング期における軸足股関節外転角度において相関を認めた。TRA では多くの局面において投球動作と相関を認めた。TRA は、投球動作中の角度を反映し、実際の投球動作に類似した評価方法と考えた。また第 4 章の結果から投球障害群ではこの骨盤回旋角度が有意に低値であったことから、本評価法はパフォーマンス指標および障害のスクリーニングとして有用と考えた。

第 7 章では、投球障害選手を早期に競技復帰可能とする評価方法を考案し、投球障害肩症例における評価前後の肩関節外旋可動域と疼痛の改善率について検討した。投球障害肩と診断され、保存療法をおこなった男性選手 25 例を対象に、評価前後の肩関節外旋角度および疼痛を評価した結果、有意に改善を認めた。本評価法から、障害選手の身体的問題点を早期に抽出し、アプローチする必要があると考えた。

本研究を通じて、野球選手の身体機能を複合的に評価することの重要性が明らかになった。今後、障害予防、早期発見、早期治療にはスポーツ現場との連携が必要であり、縦断的研究や介入研究をおこない、より効果的な評価法を考案する必要があると考える。

論文審査の結果の要旨

本論文は、野球選手を対象とした投球障害を早期に発見するための取組について、京都で実施されている医科学サポートの成果をまとめ、その課題を明らかにし、課題を解決するための方策として新たな評価法やアプローチ法を開発しようとするものである。研究では、横断的なデータ

を用いて投球障害の発生割合、関節可動域と投球障害の関係、新たな測定法である TRA (Throwing Rotation Assessment) の内的妥当性および外的妥当性などに関する基礎的な知見を蓄積させ、スポーツ測定評価学的視点および臨床リハビリテーション医学的視点から科学的根拠に基づいて論じている。

まず、研究の手法に関しては、先行研究のレビューに基づき測定評価項目が選択されており、また、データ収集においては、横断的調査として 500 名以上を対象として統計的手法に基づいた分析がなされている。さらに、投球動作中の関節角度の計測には複数台のカメラを用いた三次元動作解析システムによるデータを使用するなど、研究手法上、大きな問題は認められず、適切な科学的手法に基づいた研究が遂行されたと評価できる。また、データの収集や分析および公表においては OECD ガイドラインやヘルシンキ宣言等に則った適切な運用がなされ、人権上の配慮についても適切になされていた。

また、研究の新規性に関しては、横断的データによる単一関節の関節可動域は投球障害の有無によって違いは認められないことを指摘し、その上で、筋力や柔軟性などの複合的要素を反映し、投球動作に関連した全身の回旋運動を評価する方法である TRA を開発し、この手法の投球障害の発見感度が 74.8%であることを示している点で貴重な研究成果であり、新規性は高いと評価できる。また、TRA で計測された値と投球動作中の関節角度および静的な状態での関節可動域との関係を調査し、TRA 測定法の内的妥当性についても適切に評価している点において、知見としても重要な成果を示しており、いずれも新規性が高い研究である。

次に、研究の有用性に関しては、投球障害の発見感度と比較して特異度がやや低いことは課題であるが、TRA は超音波検査装置などを使用しなくても簡便に実施できるメディカルチェックにおける投球障害のスクリーニング法として活用できる可能性を示す点で有用であり、セルフチェックやパートナーチェックなどの手法にも応用できる発展性を有する研究である。また、競技動作に関連した複数関節および筋力や柔軟性などの複合的要素を反映した身体機能評価法であれば、他の競技などにおいても高額な検査機器を使用せずに運動器障害を早期に発見できる応用性・発展性のあるアイデアであり、学術上も有用性が高いと評価できる。今後、縦断的なデータの蓄積や介入調査などを加えることで、投球障害の早期発見、早期対処および予防的機能強化などの領域への貢献が強く期待される社会的意義の高い研究である。

なお、これらの研究はいずれも申請者が筆頭著者である査読制度のある学術誌に掲載されている以下の 6 編の論文で構成されている。

1. 松井知之, 森原徹, 木田圭重, 東善一, 北條達也, 長谷齊. (2011). 中学生・高校生野球投手における身体特性—上下肢可動域の左右差に着目して—. *日本整形外科スポーツ医学会雑誌*, 31(1), 93-97.
2. 松井知之, 森原徹, 東善一, 瀬尾和弥, 平本真知子, 堀井基行, 久保俊一. (2013). 京都府高校生野球選手に対する投球障害予防の取り組み—理学療法士の立場から—. *運動器リハビリテーション*, 24(3), 289-295.
3. 松井知之, 森原徹, 平本真知子, 東善一, 瀬尾和弥, 宮崎哲哉, 来田宣幸, 山田陽介, 木田圭重, 池田巧, 堀井基行, 久保俊一. (2014). 投手に対する新しい下肢・体幹機能評価の試み—投球障害選手の身体特性に着目して—. *体力科学*, 63(5), 463-468.
4. 松井知之, 東善一, 瀬尾和弥, 平本真知子, 森原徹, 木田圭重, 堀井基行, 久保俊一. (2014). 投

球障害肩の病因を探索するスクリーニング検査の試み. *肩関節*, 38(3), 1004-1007.

5. 松井知之, 森原徹, 平本真知子, 東善一, 盛房周平, 久保俊一. (2017). 高校野球選手へのサポートー理学療法士の立場からー. *日本整形外科スポーツ医学会雑誌*, 37(1), 84-88.
6. Matsui T, Morihara T, Hiramoto M, Azuma Y, Seo K, Kai Y, Morifusa S, Nomura T, Kida N. (2019). Relationships between shoulder injuries during throwing motions and the range of motions in junior and senior high school baseball players. *Advances in Physical Education*, 9(1), 1-7.

以上より、本論文の内容は十分な新規性と有用性があり、博士論文として優秀であると審査委員全員が認めた。