

	まつざわ かんた
氏 名	松澤 寛大
学位(専攻分野)	博士 (学術)
学 位 記 番 号	博 1 1 5 6 号
学位授与の日付	令和 7 年 3 月 21 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	野球選手を対象とした肘尺側側副靱帯損傷および腰椎分離症の理学療法に関する基礎的研究：メカニカルストレスの「原因」と「対処」の視点から
審 査 委 員	(主査)教授 来田 宣幸 准教授 北島佐紀人 教授 芳田 哲也

論文内容の要旨

本博士論文は、野球選手の肘障害である肘尺側側副靱帯 (UCL) 損傷と腰部障害である腰椎分離症に対する理学療法による治療成績の向上に向けて実施された基礎的研究であり、8 章から構成されている。

第 1 章では序論として、研究の背景、動向、および問題の所在を整理した上で、これらの課題を解決するために本論文で採用した手法および研究の目的について述べた。

第 2 章から第 5 章は UCL 損傷に関する研究である。第 2 章では、UCL 遠位部と近位部損傷の違いを明らかにするため、遠位部損傷 4 人、近位部損傷 16 人を対象として腕尺関節のアライメントを検討した。その結果、外反アライメントに違いはなかったが、遠位部損傷が過内旋アライメントであることが明らかとなった。第 3 章では、投球時に肘に加わるトルクを制動する機能を有する浅指屈筋の各指の起始部構造を明らかにするため、ホルマリン固定標本 20 肘を解剖した。その結果、浅指屈筋の筋腹は 3・4 指と 2・5 指に分かれ、起始部が異なることが明らかになった。この結果を踏まえ、第 4 章では、それぞれの筋腹のトルク制動機能を明らかにするため、シール固定標本 13 肘を対象にトルクに対する挙動を検討した。その結果、3・4 指と 2・5 指はどちらもトルクの制動に関与することが示された。そこで、第 5 章では、ヒト生体における浅指屈筋の働きを明らかにするため、中学および高校野球投手 26 人を対象として、各指の浅指屈筋筋力と球速との関係を検討した。その結果、2 指および 3 指の浅指屈筋筋力が球速と有意な正の相関を示した。この結果から、解剖学的な観点からは 3・4 指と 2・5 指の組み合わせで構成されるが、機能的な観点では 2 指および 3 指のトレーニングが重要である可能性が示唆された。

第 6 章と第 7 章は腰椎分離症に対する研究である。第 6 章では、両側腰椎分離症 (以下「両側」と片側腰椎分離症 (以下「片側」) の骨折線角度および脊柱アライメント (腰椎前弯角と仙骨傾斜角) の違いを明らかにするために、両側 23 人と片側 15 人を比較した。その結果、両側の骨折線角度は片側より有意に低く、腰椎前弯角は有意に高い値を示した。この結果から、両側は伸展、片側は回旋に着目した介入を行う必要があり、さらに両側においては腰椎過前弯にも着目した介入が求められる可能性が示唆された。第 7 章では、上肢の挙上に伴う脊柱アライメントの変化に

について、腰椎分離症と健常者の違いを明らかにするため、腰椎分離症 8 人と健常者 8 人を対象に比較した。その結果、腰椎分離症は下垂位の段階で仙骨傾斜角が高値を示し、上肢拳上に伴う変化量が小さいことが明らかになった。

第 8 章では、総合議論により本研究の総括をおこなった。一連の研究により、障害部位ごとに適切な介入方法が異なる可能性が示され、理学療法において障害部位に応じた個別の介入アプローチが必要であることが明らかとなった。また、解剖学的知見に基づく介入や、肢位が介入効果に与える影響の可能性も示された。さらに、今後の展望として患者を対象とした介入研究の必要性などが示された。

論文審査の結果の要旨

本論文は、野球選手に多くみられるスポーツ障害の肘尺側側副靱帯(UCL)損傷と腰椎分離症の理学療法に関し、治療成績の向上に向けた基礎的知見を明らかにするものである。本論文では、遺体を用いた構造・機能の評価、患者の画像データを用いた関節アライメントの分析、野球選手を対象とした機能評価などがおこなわれ、基礎医学的およびスポーツリハビリテーション的視点から科学的根拠に基づいて論じられていた。

研究の手法に関しては、まず、先行研究のレビューに基づき、適切な研究課題が設定されていた。具体的には、UCL 損傷患者を対象とした損傷部位によるアライメント評価(第 2 章)、遺体を対象とした浅指屈筋の構造と機能の検討(第 3 章と第 4 章)、野球選手を対象とした球速と浅指屈筋筋力との関係の検討(第 5 章)、腰椎分離症患者を対象とした損傷部位による脊柱アライメントと骨折線角度の比較(第 6 章)、腰椎分離症患者と健常者を対象とした上肢拳上に伴う脊柱アライメントの評価(第 7 章)といった多面的なアプローチが用いられている。これらの研究は方法論上の問題はなく、また、倫理的配慮についてもデータの収集や分析および公表において OECD ガイドラインやヘルシンキ宣言等に準拠して適切に実施されていた。

研究の新規性として、腕尺関節の回旋アライメントの定量化、両側性と片側性腰椎分離症の骨折線角度の比較、上肢拳上に伴う脊柱アライメントの検討などが挙げられ、これらは従来検討されてこなかった領域に新たな知見を提供する貴重な研究成果である。研究の有用性として、UCL 遠位部損傷が腕尺関節の過内旋位アライメントと関連することを示し、理学療法介入に新たな視点を示した点が挙げられる。さらに、両側性腰椎分離症では骨折線角度が小さいことが示され、両側性は腰椎の伸展、片側性では腰椎の回旋に着目すべき可能性が示唆された。これらの知見はスポーツ障害の治療方針の改善に寄与するものであり、今後の研究展開が期待される。今後は本研究の結果を基に患者を対象とした理学療法の実施とその治療成績の評価を行い、エビデンスの蓄積を図ることで、理学療法の発展に寄与することが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た以下の 6 報の論文に基づいて構成されている。

1. Kanta Matsuzawa, Masaki Akeda, Jun Sakata, Tomoya Uchida, Noriyuki Kida, Tatsuhiro Suzuki, Tadahiro Sakai. Characteristics of ulnohumeral joint alignment in distal ulnar collateral ligament tears compared to proximal tears in baseball and softball players. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. (in press)

2. Kanta Matsuzawa, Mutsuaki Edama, Masahiro Ikezu, Fumiya Kaneko, Ryo Hirabayashi, Ikuo Kageyama. The origin structure of each finger in the flexor digitorum superficialis muscle. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 43: 3-10. 2021.
3. Kanta Matsuzawa, Mutsuaki Edama, Masahiro Ikezu, Tomofumi Otsuki, Sae Maruyama, Noboru Sato. Contributions of the Third and Fourth Digits and the Second and Fifth Digits of the Flexor Digitorum Superficialis Muscle to Elbow Valgus Stability. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 9: 23259671211026247. 2021.
4. 松澤寛大, 松井知之, 東善一, 平本真知子, 宮崎哲哉, 森原徹. 投手における浅指屈筋筋力の特徴と球速との関係. *日本肘関節学会雑誌*. 30: 303-305. 2023.
5. Kanta Matsuzawa, Tomoyuki Matsui, Yoshikazu Azuma, Tetsuya Miyazaki, Machiko Hiramoto, Ruo Hashimoto, Noriyuki Kida, Toru Morihara. Comparison of alignment and spondylolysis fracture angle in bilateral and unilateral spondylolysis. *PLOS ONE*. 17 (10): e0276337. 2022.
6. Kanta Matsuzawa, Tomoyuki Matsui, Yoshikazu Azuma, Tetsuya Miyazaki, Machiko Hiramoto, Ruo Hashimoto, Noriyuki Kida, Toru Morihara. Spine Alignment in Standing and Maximal Upper Limb Elevation in Baseball Players with Lumbar Spondylolysis and Those without Low Back Pain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 20 (4): 3231. 2023.