

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 28 日現在

機関番号：32643

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K11371

研究課題名（和文）育成年代投手における投球数が肩甲骨位置と投球動作に与える影響の解明

研究課題名（英文）Elucidation the effect of number of pitches on the position of scapula and pitching motion in a youth baseball pitcher

研究代表者

中川 匠（Nakagawa, Takumi）

帝京大学・医学部・教授

研究者番号：90338385

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：一度の登板における投球数増加が学童期投手の肩甲骨位置に与える影響を明らかにすることを目的に本研究を実施した。少年野球チームに所属する学童期投手（5・6年生）、15名の投手を対象にデータを収集した。参加者情報は身長、体重、野球歴、投手歴、投球側、投法、肩・肘関節傷害歴を聴取し、投球解析では球速、回転数、シャイロ角度、肩甲骨位置、自覚的運動強度、上肢の疲労度・張り、指のピンチ力、上腕・前腕の筋硬度を測定した。統計解析にはRを用い、一般化推定方程式および線形混合モデルを適用して投球数の増加による影響を解析した。その結果、投球数の増加によって投球側の肩甲骨位置は有意に低下し、球速・回転数は減少した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学童期投手は筋骨格系が未発達であるため、繰り返しの投球動作による負荷に対する耐久性が低い。そのため、投球数増加は肩・肘関節の投球傷害発生に直結し、近年では年齢ごとの投球数の管理が重要視されている。また、投球傷害には肩甲骨位置の異常が関与するとされている。筋骨格系の未発達な学童期投手においては投球数増加により容易に肩甲骨位置の変化が生じやすい可能性があるが、一度の登板における肩甲骨位置の変化は明らかでなかった。本研究によって学童期投手の投球側肩甲骨位置は一度の登板において低下することが明らかになった。これにより学童期投手における投球傷害予防の判断基準として肩甲骨位置の変化を適用できる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：This study was conducted to elucidate the impact of increased pitch counts on the scapular position of elementary school pitchers. Data were collected from 15 pitchers, all 5th and 6th graders, belonging to a youth baseball team. Participant information included height, weight, years of baseball experience, years of pitching experience, throwing side, pitching style, and history of shoulder and elbow injuries. In the pitching analysis, measurements were taken of pitch speed, spin rate, gyro angle, scapular position, perceived exertion, upper limb fatigue and tightness, finger pinch strength, and muscle stiffness in the upper arm and forearm. Statistical analyses were performed using R, applying generalized estimating equations and linear mixed models to analyze the effects of increased pitch counts. The results showed that as pitch counts increased, the scapular position on the throwing side significantly lowered, and pitch speed and spin rate decreased.

研究分野：整形外科学、スポーツ医学

キーワード：学童期投手 投球傷害 投球数 肩甲骨位置 投球動作解析

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

野球競技において投手のスポーツ傷害の67%が上肢に生じることが報告されており、中でも肩および肘関節が好発部位とされている。特に骨端線閉鎖前の育成年代投手においては筋骨格系が未発達であるため、繰り返しの投球動作による負荷に対する耐久性が低い。そのため投球数の増加は肩および肘関節の投球傷害発生に直結し、傷害の程度によってはシーズンを通しての投球禁止、最悪の場合は不可逆的な後遺症を残し、ポジションや競技の変更を余儀なくされる可能性があるため、近年米国では育成年代投手の投球数制限に関するガイドライン(Pitch Smart)が導入されたり、本邦でも少年野球から高校野球における投球数制限に関するガイドラインを策定されたりと、年代ごとの投球数の管理が重要視されている。また、投手において肩甲骨の運動異常や位置異常が生じると肩および肘関節への負担が増加し投球傷害が発生しやすいと報告されており、我々の先行研究でも、投球傷害歴のある高校生投手において投球側の肩甲骨位置が非投球側と比較して低下していた。したがって、筋骨格系の未発達な育成年代投手、なかでも学童期の投手においては投球数の増加により容易に肩甲骨位置の変化が生じやすい可能性があるが、一度の登板における肩甲骨位置の変化は明らかになっていなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、一度の登板において投球数の増加が学童期投手の肩甲骨位置に与える影響を明らかにすること、そして投球データ、身体的データに与える影響を明らかにすることである。

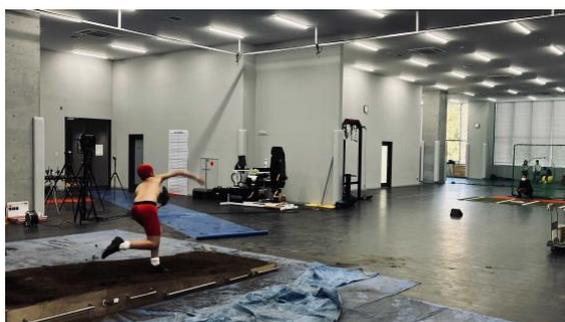
3. 研究の方法

本研究課題の申請時においては2021年より研究参加者のリクルート活動、データ収集を開始する計画であったが、世界的なCOVID-19のパンデミックが発生し、本邦においては都心部を中心として感染拡大が繰り返し生じたため、研究活動を実施できない期間が長期にわたった。そのためデータの収集期間、参加者人数を減らざるを得なかったことをはじめにご報告する。

記述的実験室研究として実施した。2023年1月から12月にかけて、少年野球チーム（軟式野球）に所属する学童期投手（5年生、6年生）を対象に研究参加者を募り、本人および保護者から研究参加の同意が得られた投手を対象としてデータを収集した。除外項目は、投球側の肩および肘関節に手術歴または疼痛がある投手、直近3か月間スポーツ傷害により練習を中止している投手とした。

データ収集は本学スポーツ医科学センター内の動作解析施設において実施した。マウンドは本研究用にオーダーメイドで木製マウンドを作製し、内部は日本プロ野球チームの本拠地球場でも使用されているマウンド用クレイを施工した。軟式球は全日本軟式野球連盟公認球を使用した。投球数は少年野球投球制限のガイドラインに従い70球、球種はストレート、投球間距離は16mとし、野球経験豊富な研究協力者が捕手を担当して、マウンドから捕手に向かって投球を実施した（Figure 1）。

Figure 1. データ収集環境



<調査項目>

- ・参加者情報：身長（cm）、体重（kg）、野球歴（年）、投手歴（年）、投法、肩および肘関節傷害歴の有無
- ・投球データ：球速（km/hr）、回転数（rpm）、ジャイロ角度（°）をRapsodo PITCHINGを用いて全球計測した。
- ・身体的データ：肩甲骨位置（左右差）、自覚的運動強度（Borg scale）、投球側上肢の疲労度（Visual analogue scale, 以下VAS）、投球側上肢の張り（VAS）、指ピンチ力（kgf）、投球側上腕および前腕の筋硬度（mm/10）、肩、肘関節可動域（°）を投球10球ごとに測定した。肩甲骨位置は触診および3D バックスキャナー™（株式会社スペースビジョン）を用いて左右差を測定した（Figure 2）。指ピンチ力はピンチセンサー（酒井医療株式会社）を用いて投球側の tip pinch 力、pulp pinch 力を測定した（Figure 3）。筋硬度は生体組織硬度計 PEK-1（株式会社井元製作所）を用いて測定した。

Figure 2. 肩甲骨位置の左右差 (3D バックスキャナー™)

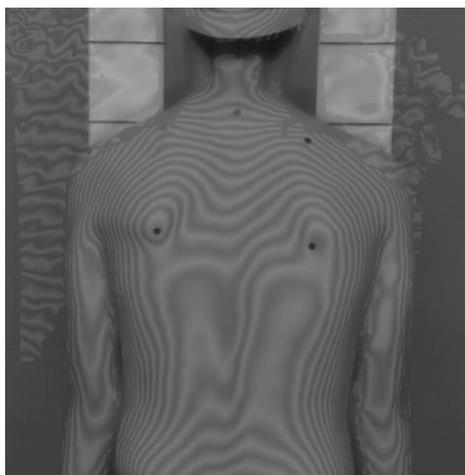
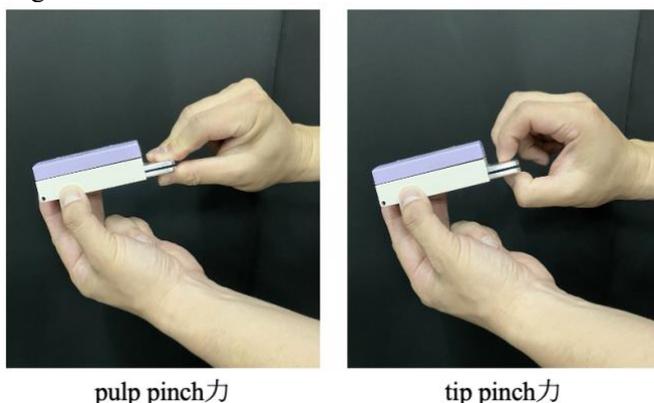


Figure 3. ピンチ力測定方法 (ピンチセンサー)



<解析方法>

投球データは 10 球ごとの平均値を、身体的データは 10 球ごとの実測値を解析に用いた。統計解析には R (version 4.3.0) を用い、一般化推定方程式および線形混合モデルを適用して投球数の増加による影響を解析した。有意水準は $p=0.05$ とした。

4. 研究成果

データ収集期間に参加した学童期投手は 15 名だった。参加投手の各データの平均 (\pm SD) は、年齢 11.6 ± 0.6 (歳)、身長 151.3 ± 9.9 (cm)、体重 42.9 ± 10.9 (kg)、BMI 18.5 ± 3.2 、野球歴 5 ± 1.9 (年)、投手歴 2.4 ± 0.9 (年) であった。また投球側は右腕 13 名、左腕 2 名、投法はオーバースロー 14 名、スリークォーター 1 名であった (Table 1)。

Table 1. 参加投手データ

n = 15	mean \pm sd	range
年齢 (歳)	11.6 ± 0.6	10 - 12
身長 (cm)	151.3 ± 9.9	140 - 173
体重 (kg)	42.9 ± 10.9	29 - 61
BMI	18.5 ± 3.2	14.3 - 25.6
野球歴 (年)	5 ± 1.9	2 - 9
投手歴 (年)	2.4 ± 0.9	1 - 4
投球側	n	
右腕	13	
左腕	2	
投法		
オーバースロー	14	
スリークォーター	1	

投球数の増加により、投球側の肩甲骨位置は有意に低下した ($p<0.05$)。投球データにおいては投球数の増加により球速および回転数は有意に減少したが ($p<0.05$)、球のジャイロ角度は有意に増加した ($p<0.05$)。身体的データにおいては肩関節の挙上、外転、外旋 1st、外旋 2nd、内旋 1st、内旋 2nd および肘関節の屈曲角度は有意に低下した ($p<0.05$)。投球側上肢の疲労度、張り、自覚的運動強度、投球側上腕および前腕の筋硬度は有意に増加した ($p<0.05$)。ピンチ力は pulp pinch 力、tip pinch 力ともに有意な変化はなかった。参加者背景では、肘関節外傷歴のある投手は投球側の肩甲骨位置が低く ($p<0.05$)、肩関節外傷歴のある投手は肩関節の挙上、外転、外旋 2nd、内旋 2nd および肘関節屈曲角度が低下した ($p<0.05$)。一連のデータ収集において参加者投手に外傷は発生しなかった。

本研究によって、学童期投手の投球側肩甲骨位置は、一度の登板において低下することが明らかになった。これにより投球傷害につながる投球側肩甲骨位置の変化は、現在の規定投球数以内でも生じていることが明らかとなり、学童期投手における投球傷害の予防には投球数だけでなく投球側肩甲骨位置の変化にも着目して投手起用を検討する必要があることが示唆された。また、投球データおよび身体的データから規定投球数以内であっても投球数の増加は学童期投手の投球パフォーマンスの低下、身体機能低下に直結することが明らかになった。体格や技量の差が大きい学童期投手においては投球数だけでなく投手ごとに投球継続可否の判断をおこなう必要があると考える。

本研究の限界は、データ数が少ないこと、小学 5 年生および 6 年生のみを対象としていること、参加者の体格差および技量の差があること、室内環境において投球をおこなっていること、安全を考慮して 70 球を上限としていることである。今後データ数を増やして更なる解析をおこなうとともに、研究対象者を中学生や高校生にも広げ年代ごとの特徴を明らかにしていく必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	宮本 亘 (Miyamoto Wataru) (30437553)	帝京大学・医学部・講師 (32643)	
研究分担者	笹原 潤 (Sasahara Jun) (70527465)	帝京大学・医療技術学部・准教授 (32643)	
研究分担者	安井 洋一 (Yasui Youichi) (80527466)	帝京大学・公私立大学の部局等・講師 (32643)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	塚田 圭輔 (Tsukada Keisuke) (70783934)	帝京大学・スポーツ医科学センター・講師 (32643)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------