

令和 6 年 6 月 27 日現在

機関番号：32620

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K19494

研究課題名（和文）中学野球選手に対する投球障害予防のための適正投球負荷指標の立案

研究課題名（英文）Considering appropriate Throwing load index for prevent injuries for junior high school baseball players.

研究代表者

中村 絵美（Nakamura, Emi）

順天堂大学・保健医療学部・助教

研究者番号：10780223

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：中学野球選手において、1回の投球時における肩肘への負荷について使用球（硬式、軟式）の違いによる検討を行った結果、軟式選手に比べ、硬式選手では平均球速が有意に速く、肘内側に加わる最大外反トルクも有意に高い結果であった。また、性差については、男子選手は女子選手に比べ有意に球速が速いことが確認できたが、投球時肘内側に加わる最大外反トルクの平均は男女間に差がないことが認められた。さらに、1年間フォローアップが可能であった選手を対象に投球負荷との関連を調査した結果、1年間のうちに新たに肩や肘に痛みを有した選手（疼痛出現群）では、投球時のArmspeedが非疼痛出現群に比べ有意に速くことが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

成長期の野球選手の連投や投球過多が問題化されており、障害予防の観点から現在は球数制限やイニング制限などが多くの大会にて導入されている。本研究では、発育発達のスパート期にある中学野球選手を対象に、投球時の負荷量を明らかにし、繰り返しの投球動作にともなう障害発生との関連を明らかにし、新たな障害発生の予防に繋げることを目的としておこなった。結果、中学期では使用球の違いにより、投球時の肘内側へ加わる負荷が異なることが明らかとなり硬式球使用選手の方が、繰り返しの投球負荷量により留意する必要があることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：we investigated that the load on the shoulder and elbow during throwing in junior high school baseball players was examined based on the difference in the ball used. The results showed that the average ball speed of hard-baseball players was significantly faster than that of soft-baseball players, and the maximum valgus torque applied to the medial elbow was also significantly higher. In addition, we examined gender differences, it was confirmed that male players had a significantly faster ball speed than female players, but there was no difference between the average maximum valgus torque applied to the medial elbow during pitching. Furthermore, an investigation into the relationship with pitching load was conducted on players who were able to be followed up for one year, and it was found that players who had newly developed shoulder or elbow pain within the year (symptomatic group) had significantly faster arm speed during pitching compared to the asymptomatic group.

研究分野：スポーツ理学療法学

キーワード：投球障害 中学野球 成長期

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

成長期野球選手にとって、肩や肘の故障はパフォーマンス低下に加え、長期の競技離脱を余儀なくされる場合も多く、身体面だけでなく精神面にもストレスとなりやすい。投球動作に起因する肩や肘の障害は、身体機能や不良なフォームなどの質的な問題で引き起こされる場合に加え、試合や練習における繰り返しの投球負荷の蓄積による量的な問題による筋疲労や組織の微小損傷が原因で生じると考えられている。そのため、選手にとって適切な投球負荷を見極めることは障害を予防するために重要となる。

現在、米国では、投手の投球過多による肩肘の故障を防ぐため、年代別の投球数ガイドライン (Pitch Smart) をメジャーリーグと全米アマチュア野球連盟が共同して発表し、ガイドラインの遵守を呼びかけている。本邦においても2014~2016年に実施された「少年野球実態調査(日本整形外科学会・全日本野球協会)」<sup>1)</sup>の中で球数制限の必要性について報告し、改めて、選手の安全面についての重要性が注目されている。これまでに我々は、学童(小学生)野球選手に対する前向き調査から、1日の平均投球数が80球以上の場合、肩痛発生リスクが1.77倍となることを報告した<sup>2)</sup>。また、実際の試合を想定した投球実験から、100球連続投球後に投球側の肩関節回旋可動域および回旋筋力の低下が生じることを明らかにした<sup>3)</sup>。このことから投球数の増加による肩肘の機能低下が、障害発生につながることを示唆された。そのため、球数制限により、繰り返しの投球動作による肩肘への負荷量をコントロールすることは投球障害を予防するため重要であるといえる。

しかし、Pytiakら<sup>4)</sup>は、少年野球選手において、ガイドラインで定められた球数を遵守しているにも関わらず、約半数に肘のMRI異常所見を認め、28%の選手がシーズン中に投球時痛を経験していたと報告し、球数制限を積極的にすべきであると考える一方、投球数のみで投球過多を判断することは難しいとしている。その理由として、投球強度が一球一球異なることや、成長期では身体機能の個人差も大きいことが挙げられる。特に中学生では、筋・骨格が急速に発達する発育のスパート期であり、身体のバランスの変化や、負担が個々によって大きく異なるため、障害予防には個々の疲労度や身体的負担を考慮した質的・量的評価を組み合わせた指標が必要といえる。そこで、発育スパート期にある中学野球選手における投球障害肩・肘予防には、各選手の成長段階に合わせた投球負荷指標の立案・介入が効果的であると考え、本研究課題の立案にいたった。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、発育スパート期にある中学野球選手に対して、投球動作に伴う肩肘への累積投球負荷を縦断的に調査し、障害発生に關与する負荷量を質的・量的の側面から検証することで、新たな投球障害の発生を抑制することとした。

### 3. 研究の方法

全日本軟式野球連盟または日本中学硬式野球競技会加盟チームに所属している中学野球選手を対象に調査をおこなった。

初年度は、保護者およびチーム指導者に同意の得られた選手に対して、メディカルチェックを実施し、身体機能(関節可動域、姿勢、バランス機能)の測定を実施した。また、肩肘痛のない中学野球選手に対し、ウェアラブル端末を用いて客観的な運動負荷を計測した。ウェアラブル端末は前腕内側に装着するPulse throwを用い、投球時のArm stress、Arm speed、Arm slot、Shoulder rotationの記録をおこなった。2021年度以降、シーズンを通しての累積投球負荷量を把握するため、年間通じてのウェアラブル端末による計測を予定していたが、新型コロナウイルス感染症流行の影響を受け、定期的なフォローアップ(介入)が困難となったことから、横断研究の継続をおこなった。2022年度、1年間追跡調査の可能であったチームに対して、初期メディカルチェック時と比較し、発育の変化による投球負荷量の変化および障害発生との関連について検討をおこなった。

### 4. 研究成果

#### (1) 中学野球選手の使用球の違いによる投球時負荷量について

メディカルチェックに参加し、測定時に肩肘に痛みのない中学野球選手(硬式136名、軟式86名)に対し、事前に十分なウォーミングアップを実施した後に投球側前腕部にウェアラブルデバイスを着用した状態での投球をおこなった。結果、軟式選手に比べ硬式選手では、平均球速が有

表1: 使用球の違いによる違い

	硬式選手		軟式選手	
	n=136		n=86	
球速 (km/h)	95.8 ±	10.6	91.7 ±	9.3 *
Arm stress (N)	28.4 ±	9.5	23.3 ±	7.6 *

\*p<0.05 硬式選手 vs 軟式選手

意に速く、肘内側に加わる最大外反トルクも有意に高い結果であった（表 1）。少年野球選手において、球速増大は肘内反トルク増のリスクとなることが報告されており、中学野球選手において硬式球使用選手の方が、繰り返しの投球負荷量に留意する必要があることが明らかとなった。

### （ 2 ） 中学野球選手における投球時負荷量の性差について

投球時に加わる負荷について性差についても検討をおこなった。新型コロナウイルス感染症の影響により、同時期に同年代の男女の測定ができた数が限られており、男子 1 チーム、女子 1 チームのみの計 44 名（男子選手 34 名、女子選手 10 名）での比較をおこなった（表 2）。結果、男子選手は女子選手に比べ有意に球速が速かった。しかし、投球時肘内側に加わる最大外反ストレスの平均は男女間に差がないことが認められた。一方、女子選手では肩関節回旋可動域が男子選手に比べ有意に広いにもかかわらず、投球中の最大肩外旋角度が小さかった。女子選手では、投球時の肩外旋可動域が十分でなく、球速が遅いにもかかわらず、男子選手と同等の Arm stress 加わっていることが示唆された。

表2：基礎情報

	男子選手		女子選手	
	n=34		n=10	
年齢 (yrs)	13.1 ±	0.7	14.1 ±	1.7
身長 (cm)	161.6 ±	8.3	159.4 ±	5.1
体重 (kg)	49.1 ±	7.9	50.9 ±	6.5

表3：投球側肩肘機能の特徴と投球時パラメータの性差

	男子選手		女子選手	
	n=34		n=10	
肘屈曲可動域(deg)	144.9 ±	5.1	148.5 ±	5.3
肘伸展可動域(deg)	1.5 ±	4.9	7.0 ±	6.3 *
肩トータル回旋可動域(deg)	141.6 ±	14.1	160.5 ±	11.4 *
肩後方タイトネス(deg)	10.0 ±	9.0	6.5 ±	6.3
球速(km/h)	88.5 ±	10.0	79.6 ±	16.8 *
Arm stress(N)	20.4 ±	7.4	19.5 ±	5.9
Arm speed(rpm)	840.1 ±	91.3	857.9 ±	214.9
Arm slot(deg)	51.1 ±	19.1	56.2 ±	16.8
Shoulder rotation(deg)	163.9 ±	12.7	148.7 ±	15.5 *

\*p<0.05, 男子選手 vs 女子選手

Arm stress; 投球時の肘内側への外反ストレス、Arm speed; リリース時の上肢回転速度、Arm slot; リリース時の床面に対する前腕角度、Shoulder rotation; 投球時肩最大外旋角度

### （ 3 ） 中学野球選手における新たな障害発生に關与した投球時パラメータについて

メディカルチェックに参加し、その後 1 年間のフォローアップが可能であったチームに所属する選手 19 名を対象に発育の変化にともなう投球負荷両について検討をおこなった。1 年間のうち新たに肩や肘痛みを有した選手は 9 名であった。内訳は肘痛 6 名、肩痛が 3 名に認められた。疼痛出現群と非疼痛群の初回メディカルチェック参加時の投球時パラメータを比較した結果、Arm stress に有意な差は認められなかったが、疼痛出現群では、投球時の Arm speed が非疼痛群に比べ有意に速い (P<0.05) ことが明らかとなった。また、発育期にあるため 1 年間の身長・体重の変化率についても検討をおこなったが、疼痛出現の有無による差は両群間で認められなかった。

当初の計画では、投球時の累積負荷量の違いが障害発生の有無に与える影響について検討をおこなう予定であったが、新型コロナウイルス感染症の影響により、本研究の主たる対象者の所属する学校教育機関（部活動）やクラブチームの活動制限が影響し、縦断的にフォローアップ可能な対象数が十分に得ることができなかった。横断的な投球負荷量の検討にとどまり、本研究課題の終了後も引き続き、調査を実施し、連続投球や、シーズンを通しての累積負荷量と障害発生について検討していく予定である。

### < 引用・参考文献 >

「平成 26 年度少年野球（軟式・硬式）実態調査報告書，全日本野球協会・日本整形外科学会，2017.4.5

中村絵美、坂田淳他 .少年野球選手における投球数の実態と肩痛発生について-1年間の前向き調査 . 日本臨床スポーツ医学会誌 22 ( 4 ) , 2014

中村絵美 , 渡邊裕之 . 100 球全力投球間に実施するストレッチングが肩関節機能に与える影響 . 日本臨床スポーツ医学会誌 21 ( 3 ) ; 611-617 , 2013 .

Pytiak AV, Sterns P. et.al., Are the Current little league pitching guidelines adequate? A single-season prospective MRI study. Orthop J Sports Med. 5(5);1-7,2017.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 鷗瀬 亮一、中村 絵美、佐藤 勉、石川 智雄、佐藤 和也	4. 巻 21
2. 論文標題 新潟県中学野球試合における投手の登板人数および球数調査	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 新潟医療福祉学会誌	6. 最初と最後の頁 57～60
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.34540/niiigatajohewewa.21.2_57	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 中村絵美, 上野空, 山本智章, 池田浩
2. 発表標題 中学野球選手におけるウェアラブルデバイスを用いた投球時パラメータの特徴－硬式と軟式の比較
3. 学会等名 第33回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2022年

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------