

連続投球に伴う上肢筋力、 肘関節外反動揺性および投球動作の変化

Changes in Upper Extremity Muscle Strength, Elbow Valgus Laxity, and Throwing Motion Associated with Repetitive Throwing

阿蘇卓也*1,2, 加賀谷善教*3

キー・ワード：Repetitive Throwing, Upper Extremity Function, Throwing Motion
連続投球, 上肢機能, 投球動作

〔要旨〕 連続投球に伴う上肢筋力、肘関節外反動揺性および投球動作の変化を調査することを目的とした。

対象は健常成人 15 名とした。上肢筋力は投球側の empty can test, 肩関節外転位での外旋・内旋筋力, 僧帽筋上部筋力, 僧帽筋中部筋力, 僧帽筋下部筋力, 前鋸筋筋力, 浅指屈筋筋力およびゼロポジション近似肢位での肩関節外旋 (zero 外旋) 筋力を測定した。肘関節外反動揺性は前腕自重ストレス下の腕尺関節開大距離を測定した。投球動作は後期コッキング期肩関節最大外旋位での肘関節内反トルク, 肩関節外転角度, 水平内転角度および外転角度を算出した。投球課題は 60 球の全力投球とし, 各項目を投球課題前後で測定した後, 比較を行った。

連続投球後では empty can test, 肩関節外転位での外旋筋力, 僧帽筋中部筋力, 僧帽筋下部筋力, 前鋸筋筋力および zero 外旋筋力が低下し, また肘関節外反動揺性が増加した。その他の項目に関しては投球前後間で有意差を認めなかった。

60 球の連続投球は投球動作に影響を及ぼすことは少ないが, 腱板, 肩甲骨周囲筋力および肘関節外反動揺性に変化を生じさせることが示唆された。

緒言

投球肘障害の一因である肘関節外反ストレスは連続投球により増加すると報告されている¹⁾。投球過多による障害を減らすべく本邦では 1995 年に日本臨床スポーツ医学会が青少年の野球障害に対する提言を行った²⁾。小学生は 1 日あたり 50 球以内, 中学生は 70 球以内および高校生では 100 球以内など具体的な投球数制限の規定が組み込まれているが, 連続投球が肘関節に与える影響について検討した報告は少ない。

連続投球が上肢筋力, 肘関節外反動揺性および投球動作に及ぼす影響に関し, 100 球前後の連続

投球で肩関節周囲の筋力低下³⁾, 肘関節外反動揺性増加⁴⁾ および後期コッキング期における肘関節内反トルクの増加を認めることが報告されている¹⁾。連続投球による上肢機能への影響を検討した研究では実際の試合を想定して 100 球前後の課題を与えることが多い。しかし, 臨床場面では 100 球未満の投球数で肘関節疼痛が生じる症例も存在することや, 肘関節外反動揺性は 60 球の連続投球でも増加することが示されている⁵⁾。つまり, 60 球の少ない連続投球数でも上肢機能や投球動作に影響を及ぼす可能性はあるが, 詳細に検討した報告は少なく不明な点が多い。

そこで本研究は, 60 球の連続投球課題を与え, その連続投球後においても上肢筋力の低下, 肘関節外反動揺性の増加, 投球時の上肢関節角度変化および肘関節への力学的負荷の増大が生じるという仮説の下, 上肢筋力, 肘関節外反動揺性および

*1 昭和大学大学院保健医療学研究科

*2 昭和大学藤が丘リハビリテーション病院

*3 昭和大学保健医療学部理学療法学科

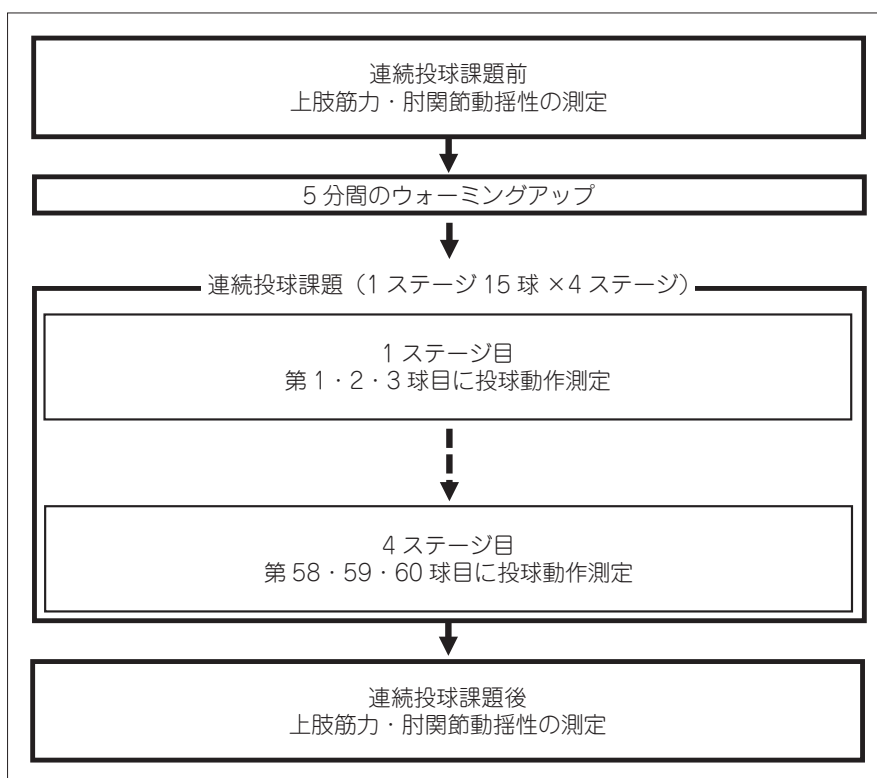


図1 連続投球課題および測定プロトコール
連続投球課題は1ステージ15球を計4ステージとして、連続投球課題前後で上肢筋力、肘関節外反動揺性および投球動作の測定を行った。

投球動作に変化が生じるか調査することを目的とした。

対象および方法

対象は硬式野球経験歴がありかつ野球歴5年以上の健常成人15名(身長 171.1 ± 3.0 cm, 体重 67.3 ± 8.0 kg, 年齢 22.3 ± 1.9 歳, 野球歴 10.9 ± 3.0 年, 右投げ11名, 左投げ4名)とした。本研究の除外基準は上肢に疼痛がある者, 全力投球ができない者, 上肢に手術歴がある者および肘関節内側側副靭帯(MCL)損傷が既往歴にある者とした。対象者には実験前に本研究の趣旨を説明し, 書面にて同意を得た上で実施した。なお, 本研究は昭和大学保健医療学部人を対象とする研究等に関する倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号:464)。

本研究の連続投球課題および測定プロトコールを図1に示す。連続投球課題は実験室内に設置した3m先の防球ネットに対し, 60球の全力投球を硬式球(BB303, ZETT社)を使用し行った⁶⁾。連続投球課題の条件として1ステージ15球を計4ステージ行い, 各投球間の休憩を15秒, 各ステージ間の休憩を5分に設定し, 休憩の最後の2分間を

次ステージに向けてのウォーミングアップ時間とした。上肢筋力と肘関節外反動揺性は連続投球課題前および連続投球課題後に測定し, 投球動作は1ステージ目の第1・2・3球目と4ステージ目の第58・59・60球目に測定を行った。なお, 投球動作測定においては第1・2・3球目を連続投球前, 第58・59・60球目を連続投球後と定義した。

上肢筋力は投球側のempty can test, 肩関節外転位での外旋・内旋筋力, 僧帽筋上部筋力, 僧帽筋中部筋力, 僧帽筋下部筋力, 前鋸筋筋力, 環指浅指屈筋筋力およびゼロポジション近似肢位での肩関節外旋(zero外旋)筋力を測定項目として, ハンドヘルドダイナモメーター(μ -tas, アニマ株式会社)および握力計(スメドレー式, 酒井医療株式会社)を用い測定した(図2)^{3,7-9)}。empty can testは座位, 肩関節90°外転位, 30°水平内転位および最大内旋位を開始肢位とし, 上腕遠位に抵抗を加え等尺性肩関節外転筋力を測定した(図2-a)。肩関節外転位での外旋および内旋筋力は背臥位, 肩関節90°外転位, 内外旋中間位および肘関節90°屈曲位を開始肢位とし, 前腕遠位に抵抗を加えそれぞれ等尺性肩関節外旋および内旋筋力を測定

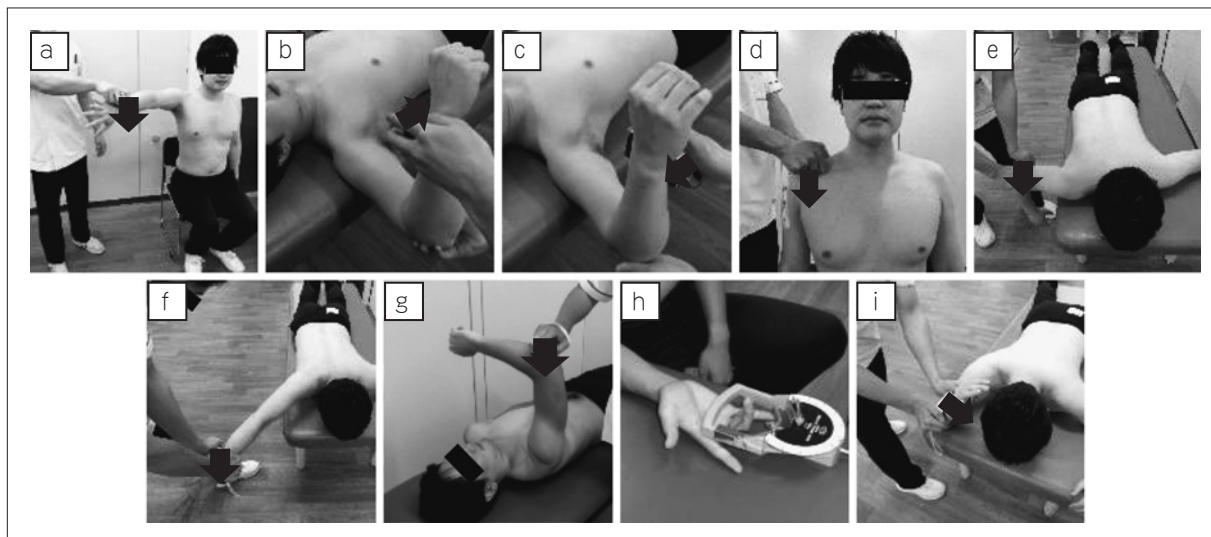


図2 上肢筋力測定

a : empty can test b : 外旋筋力 (肩関節外転位) c : 内旋筋力 (肩関節外転位) d : 僧帽筋上部筋力 e : 僧帽筋中部筋力 f : 僧帽筋下部筋力 g : 前鋸筋筋力 h : 環指浅指屈筋筋力 i : zero 外旋筋力
 実線 (→) は抵抗方向を示し、それぞれ等尺性運動を行う。

した(図2-b, c)。僧帽筋上部筋力は座位かつ肩関節下垂位を開始肢位とし、肩峰に抵抗を加え等尺性肩甲骨挙上筋力を測定した。(図2-d)。僧帽筋中部筋力は腹臥位、肩関節90°外転位、内外旋中間位および肘関節90°屈曲位を開始肢位とし、上腕遠位に抵抗を加え等尺性肩甲骨内転筋力を測定した(図2-e)。僧帽筋下部筋力は腹臥位、肩関節145°外転位および最大外旋位を開始肢位とし、前腕遠位に抵抗を加え等尺性肩甲骨下制および内転筋力を測定した(図2-f)。前鋸筋筋力は背臥位、肩関節90°屈曲位および肘関節90°屈曲位を開始肢位とし、肘頭に抵抗を加え等尺性肩甲骨外転筋力を測定した(図2-g)。環指浅指屈筋筋力は座位、肘関節90°屈曲位および前腕回外位にて環指のみを握力計にかけた状態を開始肢位とし、近位指節間関節を屈曲した際の数値を計測した(図2-h)。zero外旋筋力は腹臥位、肩関節ゼロポジション近似肢位、肘関節90°屈曲位および前腕回内外中間位を開始肢位とし、前腕遠位に抵抗を加え等尺性肩関節外旋筋力を測定した(図2-i)。上肢筋力は3秒間の測定を3回行い、最大筋力を自体重で除した体重比を算出した。

肘関節外反動揺性は超音波検査機器(ARIETTA Prologue, 日立製作所)を用いて投球側と非投球側で測定した¹⁰⁾。肩関節90°外転位、90°外旋位、肘関節90°屈曲位および前腕回内外中間位を開始肢位とし、前腕に自重ストレスをかけた

状態で上腕骨滑車遠位端と尺骨鉤状突起近位端との距離を測定した(図3)。肘関節外反動揺性の測定は3回ずつ行い、平均値を算出した。また投球側から投球課題前の非投球側を差し引くことで正規化を行った。

投球動作は9台の赤外線カメラと2台の床反力計(BP400600-OP-2K-STT, Advanced Mechanical Technology社)で構成される3次元動作解析装置(Vicon MX, Vicon Motion Systems社)を使用しサンプリング周波数1000Hzで測定した。対象者の体表にはPlug in gait maker setに従い赤外線反射マーカーを各部位39箇所(第7頸椎棘突起, 第10胸椎棘突起, 胸骨頸切痕, 剣状突起, 右肩甲骨体部, 左右の頭部前方・後方, 肩鎖関節, 上腕部外側, 上腕骨外側上顆, 前腕部外側, 橈骨茎状突起, 尺骨茎状突起, 第2中手骨頭, 上前腸骨棘, 上後腸骨棘, 大腿部外側, 大腿骨外側上顆, 下腿部外側, 外果, 第2中足骨頭および踵骨隆起)に貼付し、全力投球を撮影した。また軸脚と踏込脚の2か所に設置した床反力計から投球時に両脚に作用する床反力を測定した。得られた3次元座標値と床反力データの処理は解析ソフトウェア(Nexus2.8.2, Vicon Motion Systems社)を用いた。Nexus上にてVicon Plug in gaitモデルを用い、後期コッキング期肩関節最大外旋位(MER)での肘関節内反トルク, 肩関節外転角度, 水平内転角度および外旋角度を算出した(図4)。肘関節内反ト

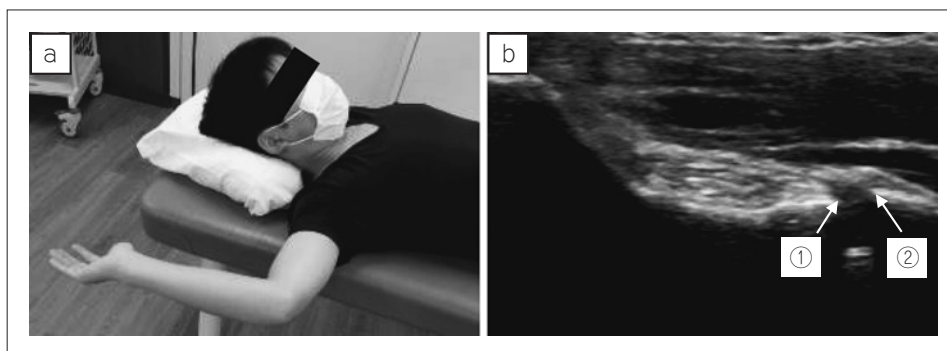


図3 肘関節外反動揺性測定

a：測定肢位 b：測定方法

前腕自重ストレス下にて上腕骨滑車遠位端（①）と尺骨鉤状突起近位端（②）との距離を測定。

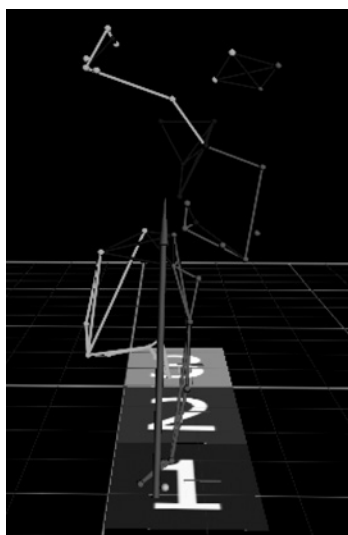


図4 投球解析相

後期コッキング期の投球側肩最大外旋位（MER）における肘関節内反トルク，肩関節外転角度，水平内転角度および外旋角度を算出。

トルク，肩関節外転角度，水平内転角度および外旋角度は連続投球前と連続投球後でそれぞれ平均値を算出し，また肘関節内反トルクは自体重で除することで正規化を行った。

統計学的解析には，解析ソフトウェア（JMP Pro 14, SAS 社）を使用した。連続投球前と連続投球後における上肢筋力，肘関節外反動揺性および投球動作の正規性を調べるために Shapiro-Wilk の W 検定を行った。また連続投球前後での上肢筋力，肘関節外反動揺性および投球動作の比較に関し，各測定項目に正規性が認められた場合は対応のあ

表1 連続投球前および連続投球後における各測定項目の正規性の調査結果

	連続投球前 W	連続投球後 W
empty can test	0.897	0.867*
外旋筋力（肩関節外転位）	0.843*	0.899
内旋筋力（肩関節外転位）	0.912	0.909
僧帽筋上部筋力	0.926	0.947
僧帽筋中部筋力	0.966	0.950
僧帽筋下部筋力	0.957	0.923
前鋸筋筋力	0.957	0.919
環指浅指屈筋筋力	0.906	0.941
zero 外旋筋力	0.934	0.928
肘関節外反動揺性	0.837*	0.860*
肘関節内反トルク	0.942	0.968
肩関節外転角度	0.910	0.873*
肩関節水平内転角度	0.978	0.943
肩関節外旋角度	0.885	0.912

* $p < 0.05$ ：正規性なし

る t 検定，正規性が認められなかった場合は Wilcoxon の符号付順位和検定を用いた。有意水準は 5% 未満とした。

結果

連続投球前と連続投球後における上肢筋力，肘関節外反動揺性および投球動作の正規性の調査結果を表 1 に示した。連続投球後の empty can test ($p=0.030$)，連続投球前の肩関節外転位での外旋筋力 ($p=0.014$)，連続投球前後の肘関節外反動揺性 ($p=0.011$, $p=0.024$) および連続投球後の MER での肩関節外転角度 ($p=0.038$) に正規性を認めなかったが，その他の測定項目は正規性を認めた。

上肢筋力の測定結果を表 2 に示した。肩関節外

表 2 連続投球前後間における上肢筋力の比較

	連続投球前	連続投球後
empty can test	1.35 ± 0.21	1.16 ± 0.19 [†]
外旋筋力 (肩関節外転位)	1.91 ± 0.49	1.51 ± 0.86*
内旋筋力 (肩関節外転位)	1.94 ± 0.41	1.68 ± 0.44
僧帽筋上部筋力	2.06 ± 0.62	1.92 ± 0.51
僧帽筋中部筋力	1.93 ± 0.26	1.67 ± 0.18 [†]
僧帽筋下部筋力	1.19 ± 0.20	0.87 ± 0.13 [†]
前鋸筋筋力	2.23 ± 0.40	1.79 ± 0.29*
環指浅指屈筋筋力	0.04 ± 0.03	0.04 ± 0.02
zero 外旋筋力	0.85 ± 0.29	0.64 ± 0.24*

平均値 ± 標準偏差 単位 N/BW (浅指屈筋は kg/BW)

*p<0.05 †p<0.01

転位での内旋筋力, 僧帽筋上部筋力および環指浅指屈筋筋力は連続投球前と連続投球後との間に有意差を認めなかったが, empty can test (p=0.008), 肩関節外転位での外旋筋力(p=0.025), 僧帽筋中部筋力 (p=0.005), 僧帽筋下部筋力 (p<0.001), 前鋸筋筋力 (p=0.030) および zero 外旋筋力 (p=0.045) は連続投球前に比較し連続投球後で有意に低値を示した. 肘関節外反動揺性の測定結果を表 3 に示した. 肘関節外反動揺性は連続投球前に比較し連続投球後で有意に増加した (p=0.002). 投球動作の測定結果を表 4 に示した. 肘関節内反トルク, 肩関節外転角度, 水平内転角度および外旋角度は連続投球前と連続投球後との間に有意差を認めなかった.

考 察

投球肘障害は投球過多によるオーバーユースが一因であると考えられている¹⁾. 近年では 100 球前後の連続投球における上肢機能や投球動作の変化を調査し, 連続投球が投球肘障害の危険因子であると結論付ける報告が散見されるが^{3,4)}, 100 球より少ない連続投球数で検討した報告は少ない. 本研究は 60 球の連続投球課題を与え, その連続投球後においても上肢筋力の低下, 肘関節外反動揺性の増加, 投球時の上肢関節角度変化および肘関節への力学的負荷の増大が生じるという仮説の下, 上肢筋力, 肘関節外反動揺性および投球動作に変化が生じるか調査することを目的とした.

上肢筋力の変化に関し, 連続投球後では棘上筋の筋力を反映する empty can test, 棘下筋・小円筋の筋力を反映する肩関節外転位での外旋筋力, 僧帽筋中部筋力, 僧帽筋下部筋力, 前鋸筋筋力お

表 3 連続投球前後間における肘関節外反動揺性の比較

	連続投球前	連続投球後
肘関節外反動揺性	0.45 ± 0.51	1.13 ± 0.66 [†]

平均値 ± 標準偏差 単位 mm

[†]p<0.01

表 4 連続投球前後間における投球動作の比較

	連続投球前	連続投球後
肘関節内反トルク	0.49 ± 0.10	0.49 ± 0.10
肩関節外転角度	108.1 ± 7.4	106.3 ± 8.5
肩関節水平内転角度	10.3 ± 7.5	6.4 ± 8.0
肩関節外旋角度	155.2 ± 13.0	157.5 ± 12.8

平均値 ± 標準偏差 単位 トルク : Nm/BW 関節角度 : deg

および腱板や肩甲骨周囲筋を含む肩関節複合体としての機能を示す zero 外旋筋力¹¹⁾ が低下していたことから, 60 球の連続投球でも肩関節周囲筋機能に広く影響を及ぼすことが示された. 肘関節外反動揺性と投球動作の変化に関し, 連続投球後では肘関節外反動揺性は増加したが, MER での肘関節内反トルク, 肩関節外転角度, 水平内転角度および外旋角度に変化はなかった.

連続投球後の肩関節周囲筋力の変化に関して, 棘上筋や棘下筋, 小円筋などの腱板の筋力は連続投球後に低下することが報告されている^{12,13)}. 田中らは春季キャンプ中におけるプロ野球選手の肩甲骨固定性は低下していると報告し, 投球数を重ねることで肩甲骨周囲筋に疲労が生じることを示唆した¹⁴⁾. 本研究では腱板や僧帽筋中部, 僧帽筋下部および前鋸筋の筋力低下を認めたことから先行研究と類似する結果が得られた. また zero 外旋筋力は投球肘障害の予防に必要な機能であり, 腱板と肩甲骨周囲筋が共同することで十分な筋力を発揮できるとされるが¹¹⁾, 本研究で zero 外旋筋力が低下したのは力源となる腱板や肩甲骨周囲筋の筋力低下が生じたためと考える. 20 歳前後の大学野球選手において投球時の肩関節にはボールリリース後に約 910N (約 92kg) の牽引力を含む力学的負荷が生じると報告されている¹⁵⁾. Fleisig らの報告¹⁵⁾ と本研究の対象者の競技レベルは必ずしも一致しているとは言えないが, 本研究においても投球時の肩関節には強大な負荷が生じていると推測される. また, 肩甲骨は MER からフォロースルー期に

かけて前傾，下方回旋および内旋運動が生じる¹⁶⁾。つまり MER 以降の肩甲上腕関節や肩甲胸郭関節の力学的負荷や関節運動の制動を行うために腱板や肩甲骨周囲筋には過大な遠心性収縮が生じ，また連続投球を行うことで筋疲労が生じ筋力低下に繋がったと考えられる。

連続投球後の肘関節外反動揺性増加に関し，後藤らは大学野球選手に対し 150 球の連続投球前後での腕尺関節開大距離を X 線撮影で測定した結果，連続投球後では腕尺関節開大距離が増加していることを示し，オーバーユースに伴う MCL の緩みが生じたと考察した⁴⁾。Hattori らは高校野球選手に対し 100 球の連続投球課題を与え，20 球毎に肘関節外反動揺性を測定した結果，60 球の投球を行った時点で肘関節外反動揺性が増加することを示した⁵⁾。対象者の属性に相違はあるが本研究は Hattori らの報告と類似する結果となり，60 球の時点で MCL の緩みは生じることが示唆された。また投球肘障害との関係性について，1 シーズン中に肘関節痛を有している選手は肘関節外反動揺性が増大しており，肘関節外反動揺性増加は投球肘障害の危険因子であると報告された¹⁷⁾。本邦での 1 日あたりの投球数制限は中学生で 70 球以内，高校生で 100 球以内と規定されているが²⁾，60 球の連続投球で肘関節外反動揺性が増加した結果を踏まえると，中学生や高校生に規定されている投球数に達する前に肘関節には負担が生じていることを念頭に置く必要がある。つまり，今後投球数制限を見直す場合は 60 球が肘関節において 1 つのターニングポイントであることを考慮する必要がある。

投球時の肩関節運動と肘関節への力学的負荷は関連していると考えられている。Matsuo らは肩関節外転角度の変化と肘関節内反トルクの関係性を調査し，肩関節外転角度の低下は肘関節内反トルクを増加させることを示した¹⁸⁾。また連続投球に伴う早期コッキング期から後期コッキング期にかけての肩関節運動への影響に関し，100 球前後の連続投球で肩関節外転角度は低下する傾向を示すが¹⁹⁾，75 球の連続投球では肩関節外転角度には変化がないと報告されている²⁰⁾。つまり連続投球数が多くなることは肩関節運動を変化させ，肘関節への力学的負荷を増大させると推察されるが，本研究では先行研究よりさらに少ない連続投球数であり，また腱板や肩甲骨周囲筋力の低下がある

ものの肩関節運動に影響を及ぼすほどではなかったために，肘関節内反トルクに変化が生じなかったと考える。しかし，腱板や肩甲骨周囲筋などの上肢筋力が本研究結果よりさらに低下した状態や十分な筋力回復が得られていない状態で投球を継続することは肘関節への力学的負荷を増加させる可能性があるため，連続投球と投球肘障害との関係性についてはさらなる研究が必要である。

本研究の限界は上肢筋力，肘関節外反動揺性および投球動作を連続投球前後でしか測定していないことが挙げられる。上肢筋力や肘関節外反動揺性の変化が何球目に生じるかを明らかにできていないため，今後は測定を行うタイミングを分割し，詳細なデータを明らかにしていく必要がある。しかし，60 球の連続投球は肘関節への力学的負荷に影響を及ぼさないが，上肢筋力や肘関節外反動揺性に影響を及ぼすことを示せたことは本研究の強みである。競技能力向上の観点では肘関節への力学的負荷に影響を及ぼさない以上，60 球の連続投球は問題のない負荷量であると捉えることができる。しかし，投球肘障害予防の観点では連続投球により投球動作に変化が生じる以前に選手の身体機能に変化が生じていることは重要な結果である。以上より現場のコーチなどは競技能力向上と投球肘障害予防の 2 つの観点を理解した上で選手に連続投球を課していく必要があると考える。

結 語

健常者を対象に 60 球の連続投球で上肢筋力，肘関節外反動揺性および投球動作に変化が生じるかを調査した。連続投球後では empty can test，肩関節外転位での外旋筋力，僧帽筋中部筋力，僧帽筋下部筋力，前鋸筋筋力，zero 外旋筋力の低下および肘関節外反動揺性の増加を認めた一方投球動作に変化は生じなかった。以上より 60 球の連続投球は肘関節への力学的負荷に影響を及ぼさないが，上肢筋力や肘関節外反動揺性に影響を及ぼし投球肘障害のリスクを潜在的に生じさせることが示唆された。

利益相反

本論文に関連し，開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) Okoroha KR, Medau JE, Lizzio VA, et al. Effect of

- Fatigue on Medial Elbow Torque in Baseball Pitchers. *Am J Sports Med.* 2018; 46: 2509-2513.
- 2) 大国真彦. 青少年の野球障害に対する提言. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 1995; 3: 99.
 - 3) Mullaney MJ, McHugh MP, Donofrio TM, et al. Upper and Lower Extremity Muscle Fatigue After a Baseball Pitching Performance. *Am J Sports Med.* 2005; 33: 108-113.
 - 4) 後藤 均, 長谷川和重, 川又明磨. 大学野球部のピッチャーの肘内側副靭帯のゆるみ一連続投球負荷時の筋力低下と肘内側不安定性一. *日肘会誌.* 2001; 8: 127-128.
 - 5) Hattori H, Akasaka K, Otsudo T, et al. The Effect of Repetitive Baseball Pitching on Medial Elbow Joint Space Gapping Associated with 2 Elbow Valgus Stressors in High School Baseball Players. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018; 27: 592-598.
 - 6) Dale RB, Kovaleski JE, Ogletree T, et al. The Effect of Repetitive Overhead Throwing on Shoulder Rotator Isokinetic Work-Fatigue. *N Am J Sports Phys Ther.* 2007; 2: 74-80.
 - 7) Michener LA, Boardman ND, Pidcoe PE, et al. Scapular Muscle Test in Subjects With Shoulder Pain and Functional Loss: Reliability and Construct Validity. *Phys Ther.* 2005; 85: 1128-1138.
 - 8) 坂田 淳, 鈴川仁人, 安藤 亮, 他. 内側型野球肘症例の初回臨床所見と投球再開時期との関連. *日肘会誌.* 2009; 16: 9-12.
 - 9) 山口光國, 筒井廣明. 投球障害肩におけるゼロポジション外旋筋力評価の意義一ボール投げ上げ動作に見られる特徴との関連一. *肩関節.* 2004; 28: 611-614.
 - 10) Sasaki J, Takahara M, Ogino T, et al. Ultrasonographic Assessment of Ulnar Collateral Ligament and Medial Elbow Laxity in College Baseball Players. *J Bone Joint Surg Am.* 2002; 84-A: 525-531.
 - 11) 千葉慎一, 三原研一, 筒井廣明, 他. 野球肘患者における肩甲胸郭関節機能について. *日肘会誌.* 2006; 13: 147-148.
 - 12) 田崎 篤, 山川 晃, 森田 亘, 他. 投球障害肩の危険因子としての筋疲労と関節位置覚低下. *肩関節.* 2010; 34: 873-877.
 - 13) 吉原圭祐, 浦辺幸夫, 山中悠紀. 野球の連続投球による肩関節外旋筋群の筋疲労. *理学療法科学.* 2012; 27: 535-538.
 - 14) 田中 稔, 佐藤克己, 永元英明, 他. プロ野球選手の肩甲帯機能と障害発生因子: 僧帽筋下部の重要性. *肩関節.* 2012; 36: 1023-1027.
 - 15) Fleisig GS, Barrentine SW, Zheng N, et al. Kinematic and kinetic comparison of baseball pitching among various levels of development. *J Biomech.* 1999; 32: 1371-1375.
 - 16) Meyer KE, Saether EE, Soiney EK, et al. Three-Dimensional Scapular Kinematics During the Throwing Motion. *J Appl Biomech.* 2008; 24: 24-34.
 - 17) 原田幹生, 高原政利, 佐々木淳也, 他. 高校野球選手に対する肘検診における Moving Valgus Stress テストと超音波の有用性. *日肘会誌.* 2011; 18: 24-28.
 - 18) Matsuo T, Fleisig GS. Influence of Shoulder Abduction and Lateral Trunk Tilt on Peak Elbow Varus Torque for College Baseball Pitchers During Simulated Pitching. *J Appl Biomech.* 2006; 22: 93-102.
 - 19) Grantham WJ, Byram IR, Meadows MC, et al. The Impact of Fatigue on the Kinematics of Collegiate Baseball Pitchers. *Orthop J Sports Med.* 2014; 2: 2325967114537032.
 - 20) Darke JD, Dandekar EM, Aguinaldo AL, et al. Effects of Game Pitch Count and Body Mass Index on Pitching Biomechanics in 9-to 10-Year-old Baseball Athletes. *Orthop J Sports Med.* 2018; 6: 2325967118765655.

(受付: 2020年3月25日, 受理: 2020年12月1日)

Changes in Upper Extremity Muscle Strength, Elbow Valgus Laxity, and Throwing Motion Associated with Repetitive Throwing

Aso, T.^{*1,2}, Kagaya, Y.^{*3}

*1 Showa University Graduate School of Health Sciences

*2 Showa University Fujigaoka Rehabilitation Hospital

*3 Department of Physical Therapy, Showa University School of Nursing and Rehabilitation Sciences

Key words: Repetitive Throwing, Upper Extremity Function, Throwing Motion

[Abstract] The aim of this study was to investigate changes in upper extremity muscle strength, elbow valgus laxity, and throwing motion associated with repetitive throwing.

The subjects were 15 healthy adults. We assessed the strength of the empty can test, external and internal rotation during abduction of the shoulder, the upper trapezius, middle trapezius (MT), lower trapezius (LT), serratus anterior (SA), and flexor digitorum superficialis muscles and of shoulder external rotation near the zero position (ZE). Elbow valgus laxity was measured as the medial joint space width. The elbow varus torque, shoulder abduction angle, horizontal adduction angle, and external rotation angle at the maximum shoulder external rotation position during the late cocking phase were calculated for the throwing motions. The data for each variable were obtained before and after the participants pitched 60 balls. Variables were compared before and after pitching.

The strength of the empty can test, external rotation during abduction of the shoulder, and of the MT, LT, and SA muscles, as well as ZE decreased, and elbow valgus laxity increased. There were no changes in other variables before and after pitching.

The results suggested that 60 repetitive pitches caused changes in the rotator cuff and scapular muscle strength as well as elbow valgus laxity.