研究報告　第 26 回愛知県理学療法学術大会・学術大会賞受賞論文

少年野球選手の投球障害新規発症率と関連要因 *

竹中裕人 [1)]・水谷仁一 [2)]・伊藤岳史 [3)]・筒井　求 [3)]・鈴木達也 [1)]
森　匡宏 [1)]・後藤　慎 [1)]・加藤貴志 [4)]・清水俊介 [5)]・塚田晋太朗 [6)]
矢澤浩成 [7)]・花村浩克 [3)]

【要　旨】

【目的】少年野球選手の投球障害新規発症率と関連要因を明らかにすることとした．【方法】研究デザインはケースコントロール研究である．投球障害を自覚したことがない少年野球選手を 1 年間前向きに調査して，追跡可能であった 89 名（初回に小学 4，5 年生）を対象とした．投球障害の評価と肩・肘関節可動域，下肢柔軟性を初回と 1 年後に計測した．1 年間に投球障害を発症した発症群と発症しなかった健常群として比較検討した．【結果】投球障害新規発症率は 28%（25/89）であり，受診率は 48%（12/25）であった．群間比較の結果，初回の全ての計測項目において有意な差を認めなかった．1 年後の投球側の肘関節伸展可動域において，発症群 1.80 ± 5.75°と健常群 5.83 ± 5.52°は有意な差を認めた（p = 0.007）．一方，群内比較の結果，発症群の 1 年後の肘関節伸展可動域において，投球側 1.80 ± 5.75°と非投球側 4.40 ± 5.83°は有意な差を認めた（p = 0.002）．しかし，健常群の 1 年後の肘関節伸展可動域は，有意な差を認めなかった．【結論】少年野球選手の投球障害新規発症を予測する要因は明らかにならなかった．一方，1 年後の肘関節伸展可動域は発症群が低下しており，これは投球障害を早期発見するために，現場でも指導者が判断しやすい兆候の 1 つとして有用である可能性を示唆している．

キーワード：少年野球選手，投球障害新規発症率，肘関節伸展可動域

はじめに

少年野球選手が過剰な運動による投球障害の問題が深刻化し，投球障害を早期発見することが重要であるとの認識から，各地で少年野球選手に対する検診（Medical Check：以下，MC）が盛んに行われるようになってきた．これまでの調査研究から，少年野球選手の投球障害発症率は，20-30%と報告されている [1-5]．さらに MC とフィードバッ

＊ Incidence and related factors for throwing injury in youth baseball players

1）医療法人三仁会あさひ病院　リハビリテーション科（〒 486-0819　春日井市下原町 2090）
Hiroto Takenaka, PT, Tatsuya Suzuki, PT, Masahiro Mori, PT, Shin Goto, PT: Department of Rehabilitation, Sanjinkai Asahi Hospital

2）医療法人三仁会春日井整形外科　リハビリテーション科
Masakazu Mizutani, PT: Department of Rehabilitation, Sanjinkai Kasugai Orthopaedic Clinic

3）医療法人三仁会あさひ病院　整形外科
Takashi Ito, MD, Motomu Tsutsui, MD, Hirokatsu Hanamura, MD: Department of Orthopaedic Surgery, Sanjinkai Asahi Hospital

4）医療法人三仁会春日井整形外科　訪問看護ステーション
Takashi Kato, PT: Department of Home Nursing Station, Sanjinkai Kasugai Orthopaedic Clinic

5）医療法人三仁会師勝整形外科　リハビリテーション科
Shunsuke Shimizu, PT: Department of Rehabilitation, Sanjinkai Shikatsu Orthopaedic Clinic

6）中部リハビリテーション専門学校
Shintaro Tsukada, PT: Chubu Rehabilitation College

7）中部大学生命健康科学部理学療法学科
Hironari Yazawa, PT: Department of Physical Thetrapy, College of Life and Health Sciences, Chubu University

＃ E-mail: hiroto.takenaka@gmail.com

クの効果として肩関節可動域や下肢柔軟性の改善などが報告されている[6]．

少年野球選手の投球障害発症因子は，投球数過多[2)3)5)]，指導者の投球障害に対する認識[7)]，投球フォームや肩・肘関節可動域や下肢柔軟性低下などの身体機能[8)9)]などが報告されている．

Haradaら[5)]や松浦ら[2)]は，前向き研究の結果，年齢が高い，身長が高い，ポジション（投手・捕手），投球数増加などが投球障害発症の関連要因であると報告している．そして，全日本軟式野球連盟は投球数制限などの規制を導入している[10)]．しかし，少年野球選手の肩・肘関節可動域や下肢柔軟性が投球障害発症の関連要因であるか検討した前向き研究は少ないのが現状である．我々は，投球障害の経験のない少年野球選手の肩・肘関節可動域や下肢柔軟性と投球障害発症に関連があるのではないかと仮説を立てた．

本研究は投球障害を自覚したことがない少年野球選手を1年間前向きに調査して，少年野球選手の投球障害新規発症率と関連要因を明らかにすることを目的とした．

対象および方法

1．対象とデザイン

研究デザインはケースコントロール研究である．2011年春から2016年春までの間に，MCに参加した少年野球3チームのうち，1年間追跡が可能であった少年野球選手131名（男児）を取り込んだ．そのうち，初回MC時に投球障害を経験したことのある選手42名を除外した89名を対象とした．なお，3チームの練習や試合日程は概ね同一であり，土日祝日を主な活動日としていた．3チームとも地方都市の少年野球の中堅レベルのチームであった．

MCは毎年5-7月に開催している．スタッフは医師1-2名，理学療法士10名程，理学療法士養成校学生5名程で，70名程度の選手に対してMCを実施した．MCと同時に，選手と指導者に結果をフィードバックした．また，選手や指導者を対象に，投球障害に関する野球教室を開催した．

本研究は侵襲を伴わない観察研究であり，診療外で行うMCに参加した各選手のデータを研究解析目的で使用する旨は，チームの代表者からは口頭および書面で同意を得た．また，診療外で行うMCのデータを使用して研究する旨をあさひ病院倫理委員会からの承認（A-10）を得た．

2．評価項目

対象者の基本情報は学年，身長，体重，主なポジション，野球継続期間（月）を聴取した．投球障害の評価は，1．調査期間内の肩・肘関節の自覚症状の問診，2．整形外科医師による圧痛検査，3．整形外科医師もしくは理学療法士による肘関節外側を中心とした超音波検査，これらの評価のうち，いずれかで陽性を示したものを投球障害発症と定義した．さらに，選手の受診行動として，発症後の受診先を聴取した．

肩・肘関節可動域と下肢柔軟性の評価は，ゴニオメーターを使用して他動関節可動域を理学療法士2人で計測した[8)11)]．肩関節可動域は，90°外転位内旋・外旋角度，90°屈曲位内旋角度，水平屈曲角度を計測した（図1）．なお，90°外転位内旋と外旋角度を合わせた90°外転位総回旋を算出した． 90°外転位内旋と90°外転位総回旋は投球側と非投球側の差（非投球側 - 投球側）を算出した．肘関節可動域は，屈曲と伸展の自動関節可動域を計測した．下肢柔軟性は，踵殿部間距離，股関節90°屈曲位内転・内旋，下肢伸展挙上角度を計測した（図1）．

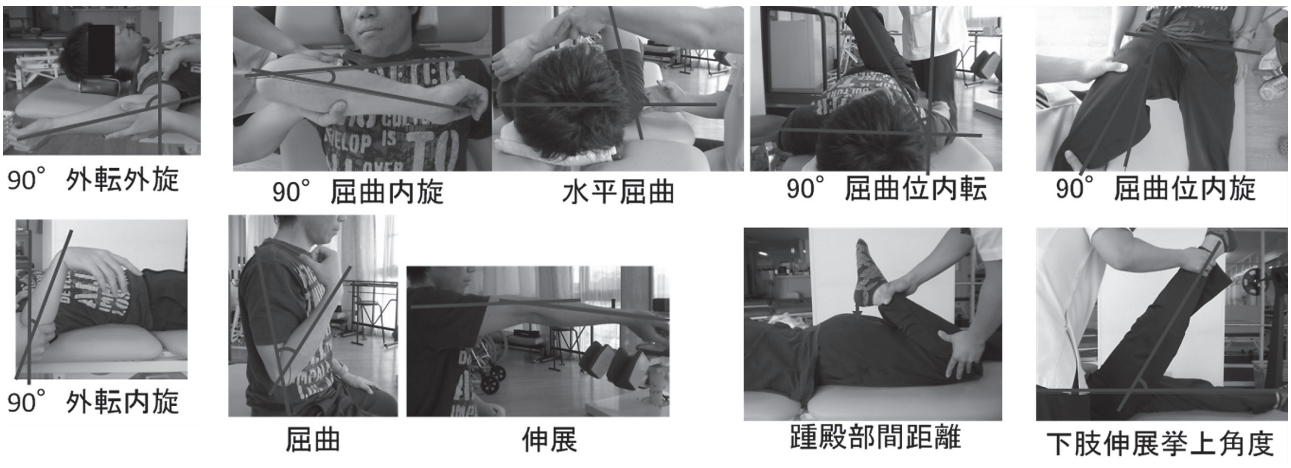

図1．肩・肘関節可動域，下肢柔軟性の計測方法

1 年間追跡の後，投球障害を発症した発症群と発症しなかった健常群に群分けした．まず，基本情報と初回の肩・肘関節可動域と下肢柔軟性を群間比較および投球側と非投球側で群内比較した．さらに，1 年後の各評価項目を同様に群間および群内比較した．

3．統計学的解析

変数が間隔尺度の場合はマンホイットニー検定，名義尺度の場合は χ^2 検定で検討した．これらの比較において有意水準は 1% 未満とした．さらに，効果量 Cohen's d を算出して，$0.2 < d < 0.5$ を小，$0.5 \leqq d < 0.8$ を中，$0.8 \leqq d$ を大とした基準を用いて評価した[12) 13)]．統計解析ソフトウェアは，EZR[14)] を使用した．

結果

対象者の基本情報と投球障害発症の評価

身長，体重，主なポジション，野球歴の群間比較は有意な差を認めなかった（表 1）．投球障害新規発症率は 28%（25/89）であり，受診率は 48%（12/25）であった（図 2）．投球障害発症のうち，投球時痛 15 例中 11 例が肘関節内側，圧痛陽性 10

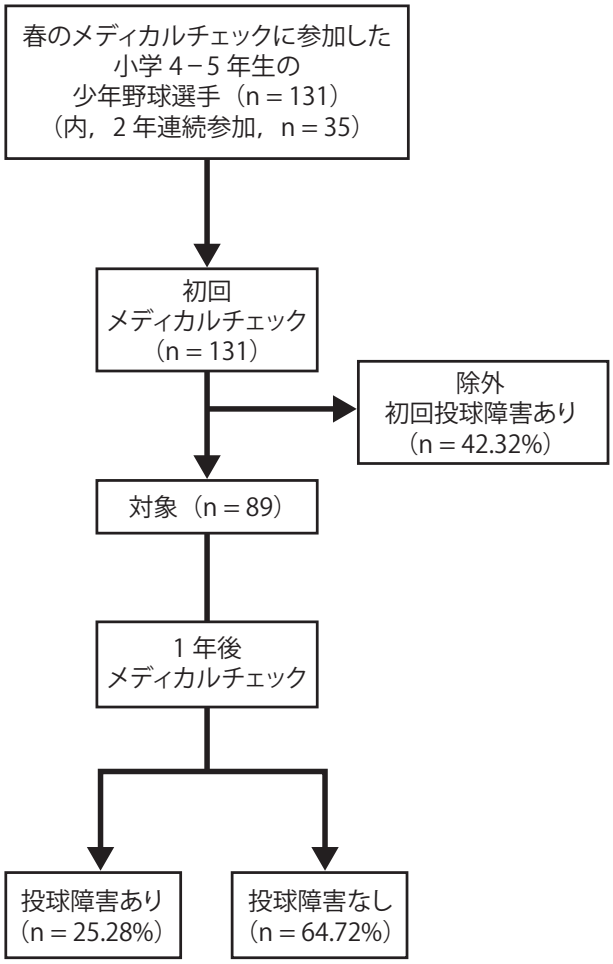

図 2．フローダイアグラム

表 1．対象者の基本情報と受診行動

	発症 n = 25	健常 n = 64
野球歴（月）mean（SD）	27.0（17.8）	21.9（18.5）
身長（㎝）mean（SD）	137.9（6.1）	138.6（6.0）
体重（kg）mean（SD）	34.8（7.9）	32.8（5.5）
初回時の学年 n（%）		
4 年生	8（32.0）	32（50.0）
5 年生	17（68.0）	32（50.0）
ポジション n（%）		
投手	3（12.0）	9（14.1）
捕手	2（ 8.0）	1（1.6）
内野	10（40.0）	25（39.1）
外野	8（32.0）	22（34.4）
未定	2（8.0）	7（10.9）
発症後受診の有無 n（%）		
なし	13（52.0）	64（100.0）
整形外科	11（44.0）	0（0.0）
接骨院	1（4.0）	0（0.0）

野球歴，身長，体重はマンホイットニー検定を用いた．初回時の学年，ポジション，発症後受診の有無は χ^2 検定を用いた．

表 2．投球障害の評価

	発症 n = 25
圧痛の有無 n（%）	
なし	15（60.0）
あり	10（40.0）
圧痛部位 n（%）	
肘内側	6（60.0）
上腕骨小頭	1（10.0）
腱板疎部	1（10.0）
四辺形間隙	2（20.0）
投球時痛の有無 n（%）	
なし	10（40.0）
あり	15（60.0）
投球時痛の部位 n（%）	
肘内側	11（73.3）
肩	4（26.7）

超音波診断装置を用いた肘関節検査における異常者は 0 名であった．

例中 6 例が肘関節内側であり，超音波画像診断装置による肘関節検査異常者はいなかった（表 2）．

初回の肩・肘関節可動域と下肢柔軟性の群間比較と群内比較（表 3）

初回の肩・肘関節可動域と下肢柔軟性を健常群と発症群で群間比較した結果，全ての計測項目において有意な差を認めなかった．

群内比較した結果では，肩関節では 90°外転位内旋可動域は健常群と発症群それぞれ投球側の方が有意に低下しており，効果量は中以上であった（$p < 0.01$，$d \geqq 0.5$）．また，90°外転位総回旋可動域は，健常群において投球側の方が有意に低下していた（$p < 0.01$，$d = 0.79$），発症群は有意ではなかったが低下傾向であった（$p = 0.09$，$d = 0.53$）．一方，肘関節可動域と下肢柔軟性を群内比較した結果，全ての計測項目において有意な差を認めなかった．

1 年後の肩・肘関節可動域と下肢柔軟性の群間比較と群内比較（表 3）

1 年後の肩・肘関節可動域と下肢柔軟性を健常群と発症群で群間比較した結果，投球側の肩関節 90°外転位総回旋は発症群の方が有意ではなかったが低下傾向にあった（$p = 0.05$，$d = 0.31$）．また，投球側の肘関節伸展可動域は発症群の方が有意に低下していた（$p < 0.01$，$d = 0.39$）．

群内比較した結果，肩関節 90°外転位内旋可動域は健常群と発症群それぞれ投球側の方が有意に低下しており，効果量は大であった（$p < 0.01$，$d \geqq 0.9$）．また，肩関節 90°外転位総回旋可動域は，健常群と発症群それぞれ投球側の方が有意に低下していており，効果量は両群とも中以上であった（$p < 0.01$，$d \geqq 0.6$）．一方，肘関節伸展可動域は，発症群において投球側の方が有意に低下しており，効果量は大であった（$p < 0.01$，$d = 0.9$）．

考察

本研究の結果，投球障害新規発症率は 28%（25/89）であり，その後の受診率は 48%（12/25）であった．少年野球選手の 1 年間の縦断研究における野球肘の発症率について，Harada ら[5] は 294 名中 60 名（20.4%），松浦ら[2] は 449 名中 137 名（30.5%）と報告している．これらの研究結果は，本研究の結果を支持するものである．また，少年野球選手の受診率について，全日本野球協会の少年野球選手の質問紙調査[10] によると，これまでに痛みを感じたことがあると回答した選手数 5,880 人（57.5%）のうち，痛みがあって整形外科に通院している選手は 285 人（4.8%）と報告されている．さらに，松浦ら[15] は，少年野球検診の実態調査から，発症後の受診率は 30% 程度と報告している．本研究の受診率 48%（12/25）は，これら先行研究の受診率よりは高いものの，投球障害発症者の約半数は受診していないことが明らかになった．

投球障害発症の関連要因を明らかにするために，健常群と発症群の群間比較を行った結果，初回の肩・肘関節可動域と下肢柔軟性に有意な差は認められなかった．肩・肘関節可動域と下肢柔軟性が投球障害発症の関連因子であるか検討した前向き研究は少ないのが現状である．Harada ら[5] は，9–12 歳 294 名を対象に調査した結果，超音波画像診断装置における内側上顆や上腕骨小頭の異常に関連する因子として，年齢 11 歳以上，投手，身長が高い，練習頻度が多い，肩関節外旋可動域の低下，肩関節回旋筋力の高値を報告した．また，Sakata ら[4] は 6–12 歳の 353 名を対象に前向き調査を行い，超音波検診における内側上顆の異常に関与する因子として，年齢 9 歳以上，投手，1 日 100 球以上の投球，胸椎後弯角 30 度以上，肘関節伸展角度の左右差を報告した．本研究は超音波画像診断装置における内側上顆や上腕骨小頭の異常者は存在しなかったため，これらの先行研究とは投球障害の定義が異なる．また，先行研究は開始時に 12 歳までの選手を対象にしているが，本研究は開始時に 4–5 年生を対象としているため 9–11 歳の選手を対象にしていた．つまり，最も盛んに試合が行われる小学 6 年生の対象者を前向きに調査できていない点が先行研究とは異なる．これらの影響により，肩・肘関節可動域と下肢柔軟性が投球障害発症の関連要因とはならなかった可能性がある．

また，群内比較した結果，肩関節 90° 外転位内旋可動域は健常群と発症群それぞれ投球側の方が有意に低下していた．このような肩関節可動域の低下は，様々な年代の野球選手に生じると多く報告されており[16–19]，本研究の結果を支持するものである．しかし，90° 外転位総回旋可動域は，健常群において投球側の方が有意に低下していたが（$p < 0.01$，$d = 0.79$），発症群は有意ではなかったが低下傾向であった（$p = 0.09$，$d = 0.53$）．これは，発症群の効果量は中であるが，サンプル数が 25 例と少ないため有意な差を認めなかったと考えられる．

一方，1 年後の肩・肘関節可動域と下肢柔軟性の群間比較の結果，投球側の肘関節伸展可動域は発

表 3. 初回・1 年後の肩・肘関節可動域，下肢柔軟性の群内および群間比較

測定項目	初回				1年後			
	発症 n = 25 mean (SD)	健常 n = 64 mean (SD)	p value	効果量	発症 n = 25 mean (SD)	健常 n = 64 mean (SD)	p value	効果量
肩関節 (°)								
90° 外転位外旋　非投球側	107.00 (8.29)	109.38 (9.24)	0.27	0.12	108.20 (7.89)	109.45 (8.73)	0.53	0.08
投球側	110.40 (5.19)	111.72 (9.60)	0.52	0.05	111.60 (8.00)	114.30 (7.76)	0.15	0.19
p value	0.09	0.07			0.01	<0.001		
効果量	0.53	0.34			0.75	0.65		
90° 外転位内旋　非投球側	50.40 (10.20)	53.91 (12.42)	0.21	0.11	49.80 (12.37)	51.48 (11.77)	0.55	0.14
投球側	41.80 (11.35)	41.95 (11.18)	0.95	0.02	37.60 (12.92)	41.09 (11.07)	0.21	0.12
非投球側－投球側	8.60 (9.30)	11.95 (11.29)	0.19	0.42	12.20 (12.59)	10.39 (10.01)	0.48	0.13
p value	<0.001	<0.001			<0.001	<0.001		
効果量	0.96	0.55			0.96	0.90		
90° 外転位総回旋　非投球側	157.40 (11.91)	163.28 (15.38)	0.09	0.41	158.00 (16.46)	160.94 (14.47)	0.41	0.13
投球側	152.20 (12.75)	153.67 (15.74)	0.68	0.09	149.20 (14.19)	155.39 (13.13)	0.05	0.31
非投球側－投球側	5.20 (10.05)	9.61 (14.48)	0.17	0.19	8.80 (13.48)	5.55 (10.69)	0.24	0.28
p value	0.09	<0.001			0.006	<0.001		
効果量	0.53	0.79			0.80	0.61		
90° 屈曲位内旋　非投球側	20.60 (7.82)	22.42 (10.50)	0.43	0.11	19.00 (12.33)	22.73 (10.35)	0.15	0.13
投球側	14.20 (7.46)	16.56 (9.08)	0.25	0.27	13.60 (9.30)	14.06 (10.54)	0.85	0.02
水平屈曲　非投球側	112.80 (9.02)	118.83 (11.40)	0.02	0.35	117.60 (10.52)	116.33 (10.17)	0.60	0.06
投球側	108.00 (7.36)	111.88 (8.09)	0.04	0.31	111.00 (9.57)	108.91 (7.58)	0.28	0.08
肘関節 (°)								
肘伸展　非投球側	5.83 (5.84)	7.97 (4.77)	0.08	0.24	4.40 (5.83)	6.59 (6.15)	0.13	0.15
投球側	5.00 (5.32)	6.95 (4.85)	0.11	0.22	1.80 (5.75)	5.83 (5.52)	0.01	0.28
p value	0.13	0.06			0.002	0.11		
効果量	0.49	0.35			0.90	0.32		
肘屈曲　非投球側	142.08 (4.64)	143.75 (4.96)	0.16	0.08	142.60 (4.11)	142.22 (4.29)	0.71	0.08
投球側	141.46 (5.00)	141.64 (5.12)	0.88	0.05	141.00 (5.59)	141.03 (3.93)	0.98	0.05
下肢柔軟性								
踵殿距離 (cm)　非投球側	7.22 (17.06)	3.75 (15.06)	0.35	0.14	32.10 (49.90)	27.03 (39.17)	0.61	0.04
投球側	6.30 (13.85)	3.61 (12.64)	0.38	0.08	25.66 (40.91)	26.84 (40.95)	0.90	0.04
股関節 90° 屈曲位内転 (°) 非投球側	25.60 (8.82)	26.64 (6.90)	0.56	0.08	28.00 (6.61)	26.56 (7.81)	0.42	0.10
投球側	26.20 (6.50)	25.55 (6.73)	0.68	0.03	26.80 (6.90)	25.86 (6.64)	0.55	0.07
股関節 90° 屈曲位内旋 (°) 非投球側	35.40 (7.63)	38.83 (9.83)	0.12	0.15	36.40 (9.74)	38.83 (9.63)	0.29	0.25
投球側	36.20 (6.17)	36.64 (9.43)	0.83	0.00	37.00 (8.29)	39.22 (11.10)	0.37	0.10
下肢伸展挙上角度 (°) 非投球側	69.00 (13.46)	67.27 (10.39)	0.52	0.07	66.20 (9.16)	64.69 (9.55)	0.50	0.03
投球側	69.60 (12.82)	66.64 (10.24)	0.26	0.12	65.40 (9.12)	64.38 (9.41)	0.64	0.11

全ての評価項目をマンホイットニー検定で検討し，群内比較は肩関節外転位内旋・外旋・総回旋可動域と肘伸展可動域を検討した．

症群の方が健常群に比べ有意に低下していた．さらに，群内比較の結果，発症群において投球側の方が健常群に比べ有意に低下しており，効果量は大であった．そのため投球障害を早期発見するために，肘関節伸展可動域は，現場でも指導者が判断しやすい兆候として有用である可能性を示唆している．上原ら[20]は，オーバーヘッドスポーツの誘発テストとして，肘過伸展テストを報告している．これは過伸展させた際の疼痛が，内側であれば内側側副靭帯損傷，後方であれば肘頭の骨棘障害や疲労骨折を疑うものである．本研究の発症群のうち，投球時痛15例中11例が肘関節内側，圧痛陽性10例中6例が肘関節内側であることを考慮すると，発症群は肘関節内側の疼痛により1年後の肘関節伸展可動域の低下が生じた可能性がある．

本研究の限界は，サンプルサイズが小さいことである．健常群と発症群の群間比較において，肩関節可動域についてα = 0.01，検出力0.8，効果量中の水準を仮定すると，必要なサンプルサイズは発症群56，健常群152必要となる．そのため，サンプルサイズを増やす必要がある．2つ目の限界は，投球数や練習時間などの野球環境や投球フォームなど，予測されている投球障害発症要因を充分に調査できていないことである．投球数に関して，予備研究の質問紙調査で投球数や練習時間の回答に偏りが生じたため，本研究ではこれらのデータを採用しなかった．そのため，投球数や練習時間の定量化が今後の課題である．また，選手や指導者を対象に，投球障害に関する野球教室を開催したため，チームによって投球数制限やストレッチング指導などの取り組みが異なる可能性がある．最後に，肩・肘関節可動域と下肢柔軟性計測を複数の理学療法士が行っているため検者間再現性に課題がある．しかし，MCの実施においては多くの対象者を複数のスタッフで対応せざる得ないため，我々のデータは現実的なMC実施から抽出したサンプルといえる．

結論

少年野球選手の投球障害新規発症率と関連要因を明らかにする目的で，過去に投球障害を自覚したことがない少年野球選手を，1年間前向きに調査した．その結果，1年後の投球障害発症率は28%（25/89）であり，受診率は48%（12/25）であった．また，群間比較の結果，初回の全ての計測項目において有意な差を認めなかった．一方，1年後の肘関節伸展可動域は発症群が低下しており，これは投球障害を早期発見するために，現場でも指導者が判断しやすい兆候の1つとして有用である可能性を示唆している．

謝辞

MC実施にあたり，あさひ病院・春日井整形外科リハビリテーション科スタッフ，中部リハビリテーション専門学校および中部大学の学生各位に御協力頂いた．さらに，本研究のデータの一部は，愛知県理学療法士協会スポーツ傷害予防事業の支援を頂き収集した．なお，本文の要旨は第26回愛知県理学療法士学術大会において発表したものである．

【文　献】

1) 岩瀬毅信：少年野球肘の実態と内側骨軟骨障害．整形外科Mook．金原出版，東京，1983，pp. 61-82.
2) 松浦哲也，鈴江直人・他：少年野球選手の肘関節痛発生に関する前向き調査－危険因子の検討とガイドラインの検証－．日本整形外科スポーツ医学会雑誌．2012; 32 (3) : 242-247.
3) Lyman SL, Fleisig GS, et al.: Longitudinal study of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. Med Sci Sports Exerc. 2001; 33: 1803-1810.
4) Sakata J, Nakamura E, et al.: Physical risk factors for a medial elbow injury in junior baseball players: A prospective cohort study of 353 players. Am J Sports Med. 2017; 45: 135-143.
5) Harada M, Takahara M, et al.: Risk factors for elbow injuries among young baseball players. J Shoulder Elb Surg. 2010; 19: 502-507.
6) 岩堀裕介：投球肩・肘障害に対するメディカルチェックとフィードバック効果．骨・関節・靭帯．2006; 19 (3) : 241-250.
7) Yukutake T, Yamada M, et al.: A survey examining the correlations between Japanese little league baseball coaches' knowledge of and compliance with pitch count recommendations and player elbow pain. Sports Health. 2013; 5: 239-243.
8) 岩堀裕介：成長期における上肢スポーツ障害の特徴と治療．投球障害のリハビリテーションとリコンディショニング．文光堂，東京，2010，pp. 91-117.
9) Wilk KE, Macrina LC, et al.: Deficits in glenohumeral passive range of motion increase risk of elbow injury in professional baseball pitchers: a prospective study. Am J Sports Med. 2014; 42: 2075-2081.

10) 全日本軟式野球連盟．少年部・学童部の投球制限について．http://jsbb.or.jp/med-anti-doping/medicine.（2017年1月1日引用）
11) 石井壮郎，森慎太郎・他：高校野球選手においてメディカルチェックから投球肩障害の発症を予測できるか？日本臨床スポーツ医学会誌．2010；18：448-455.
12) Faul F, Erdfelder E, et al.: Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. Behavior Research Methods. 2009; 41: 1149-1160.
13) 水本篤，竹内理．効果量と検定力分析入門－統計的検定を正しく使うためにー．http://kuir.jm.kansai-u.ac.jp/dspace/handle/10112/6008（2017年3月14日引用）
14) Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software “EZR” for medical statistics. Bone Marrow Transplant. 2013; 48: 452-458.
15) 松浦哲也，鈴江直人・他：予防の観点からみた少年野球検診の意義（特集　スポーツ障害のメディカルチェック）．整形・災害外科．2010；53（13）：1615-1622.
16) Wilk KE, Macrina LC, et al.: Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. Am J Sports Med. 2011; 39: 329-335.
17) Kibler WB, Sciascia A, et al.: Glenohumeral internal rotation deficit pathogenesis and response to acute throwing. Sports Med Arthrosc. 2012; 20: 34-38.
18) Ruotolo C, Price E, et al.: Loss of total arc of motion in collegiate baseball players. J Shoulder Elbow Surg. 2006; 15: 67-71.
19) Saito M, Kenmoku T, et al.: Relationship between tightness of the hip joint and elbow pain in adolescent baseball players. Orthop J Sport Med. 2014; 2: 2325967114532424.
20) 上原大志，三原研一：肘関節・前腕・手関節・手指の診断的評価．投球障害のリハビリテーションとリコンディショニング．文光堂，東京，2010，pp. 50-54.