

大学野球投手における投球練習 と肩関節内旋可動域の関係 ～投球練習の有無および投球数が翌日の可動域 に与える影響～

Relationship between pitching practice and shoulder internal rotation range of motion in college baseball pitchers: The effects of pitching practice and pitch counts on the range of motion the next day

衛門良幸*1, 宮下浩二*2, 小山太郎*3
太田憲一郎*4, 谷 祐輔*5, 岡棟亮二*3

キー・ワード：college baseball pitcher, pitching practice, shoulder internal rotation
大学野球投手, 投球練習, 肩関節内旋可動域

〔要旨〕 野球選手の肩内旋可動域制限は投球の反復がその一因とされ、投球障害との関連について報告は多い。本研究は、投球練習の有無および投球数が翌日の肩内旋可動域に与える影響を検討することを目的とした。対象は大学野球投手 27 名とした。投球練習を積極的に行うプレシーズンに 4 日間連続で練習前の肩内旋可動域を測定した。また 1 日目から 3 日目までの各日の投球練習の有無および投球数を聴取した。統計処理として、肩内旋可動域の日差を一元配置分散分析と多重比較法を用いて検定した。次に投球練習翌日の肩内旋可動域に関して、投球数と可動域の変動量の関係についてスピアマンの順位相関係数を、投球練習の有無により可動域が増減した人数の割合についてカイ二乗検定を用いて検定した。肩内旋可動域は、1 日目 21.6 ± 12.3 度、2 日目 29.1 ± 10.4 度、3 日目 28.2 ± 10.2 度、4 日目 25.2 ± 8.3 度だった。1 日目と 2 日目、3 日目、4 日目、2 日目と 4 日目の間に有意差があった ($p < 0.05$)。投球数と翌日の肩内旋可動域の変動量の関係について有意な相関はなかった。また、投球練習の有無により肩内旋可動域が増減した人数の割合について有意な差はなかった。野球現場において投球翌日の肩内旋可動域は、必ずしも減少するとは限らず、増加する場合や変動しない場合もあった。投球練習が肩内旋可動域の変動に与える影響は必ずしも大きくないことが示唆された。

緒言 (はじめに)

野球選手の肩関節の特徴として内旋可動域制限があげられ、投球障害との関連についての報告は多い¹⁻⁴⁾。そのためメデイカルチェックなどによる障害予防活動を行う上で、肩関節内旋可動域 (以

下、肩内旋可動域) の評価は重要な項目の 1 つとされている^{5,6)}。この肩内旋可動域に投球動作の繰り返しが与える影響について、投球の 30 球ごとに肩内旋可動域を測定した結果、投球数の増加に伴って徐々に肩内旋可動域は減少したと報告されている⁷⁾。さらに、投球翌日に肩内旋可動域の減少がみられたという報告もある⁸⁾。以上より、投球動作の繰り返しが肩内旋可動域制限の一因と考えられている。しかし、これらの先行研究では投球練習の量やタイミングなど測定のために条件を設定して投球を行っている。野球の現場において日々

*1 いわた整形外科クリニック

*2 中部大学生命健康科学部理学療法学科

*3 まつした整形外科

*4 わたなべ整形外科リハビリクリニック

*5 アドバンスリハ株式会社



図1 肩内旋可動域の測定方法

の練習や試合で行う投球は、測定のために行う投球とは異なり変化球やコースの設定、球速、投球間の休憩時間など質的要因が多様であり、肩内旋可動域への影響も一律ではない。また、現場で調査を行った先行研究では、選手の肩内旋可動域は日々変化していることが報告され、関節機能の経時的な評価の必要性が述べられている^{9,10)}。しかし、日々の投球の有無や投球数と経時的な肩内旋可動域の変化との関係については明らかにされていない。そこで本研究では、野球現場にて4日間連続で肩内旋可動域の測定を行い、投球練習の有無および投球数が翌日の肩内旋可動域に与える影響を検討することを目的とした。

対象および方法

1. 対象

対象は大学野球投手27名(年齢 19.7 ± 0.7 歳、身長 178.1 ± 4.6 cm、体重 75.6 ± 4.8 kg)とした。測定時に、肩関節に疼痛がないことを対象の条件とした。選手に本研究の趣旨を説明し、同意を得た。また、本研究は中部大学倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号270008)。

2. 肩内旋可動域の測定方法

肩内旋可動域の測定はプレシーズンである2月末に4日間連続で練習前に実施した。測定前の2日間は春季合宿後の休養日であり、投球練習は行っていない。なお、コンディショニングは基本的に毎日、関節可動域、腱板機能に対する統一したエクササイズを各自で実施している。

測定は、日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会の方法に準じた。対象の肢位を背臥位とし、肩90度外転位、肘90度屈曲位、前腕中間位において他動的に実施した(図1)。測定機器

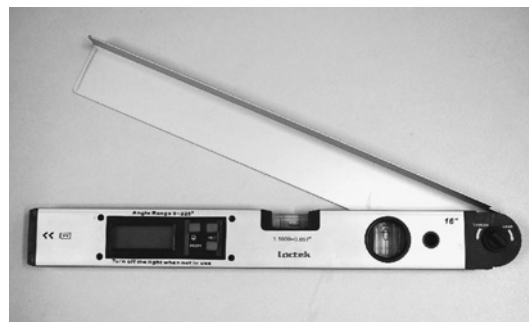


図2 測定機器

には水準器付きのデジタルゴニオメータ(エスコ・デジタル角度計EA721LA-1)を用いて1度単位で可動域を測定した(図2)。なお、測定は全て同一検者が行った。

3. 投球練習の有無および投球数の聴取

測定期間である4日間のうち1日目から3日目までの各日の投球練習の有無および投球数について、測定時に対象から聴取し、記録した。なお、投球はブルペンで行った投球練習とし、投球の実施の有無や投球数は各対象が決定した。

4. 算出項目および統計方法

算出項目は、各日の肩内旋可動域の平均値および投球練習を行った翌日の変動量とした。統計処理は、肩内旋可動域の日差について一元配置分散分析と多重比較法(Tukey法)を用いて検定した。次に、投球数と翌日の肩内旋可動域の変動量の関係については、スピアマンの順位相関係数を用いて検定した。

投球練習の有無により肩内旋可動域が増加、減少、または変化しなかった人数の割合について、カイ二乗検定を行った。なお、本研究において投球練習翌日の肩内旋可動域が前日と比較して、5度以上大きい値を示した場合を増加、5度以上小さい値を示した場合を減少、それ以外を変化なしとした。

結果

肩内旋可動域の平均値の推移を図3に示す。肩内旋可動域の平均は、1日目 21.6 ± 12.3 度、2日目 29.1 ± 10.4 度、3日目 28.2 ± 10.2 度、4日目 25.2 ± 8.3 度だった。1日目と2日目、3日目、4日目、2日目と4日目の間に有意差が認められた($p < 0.05$)。

投球数と翌日の肩内旋可動域の変動量の関係に

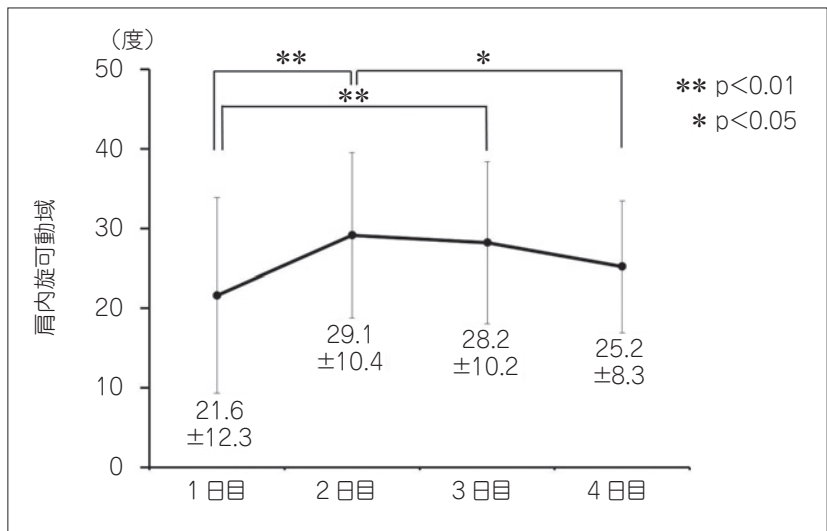


図3 肩内旋可動域の推移

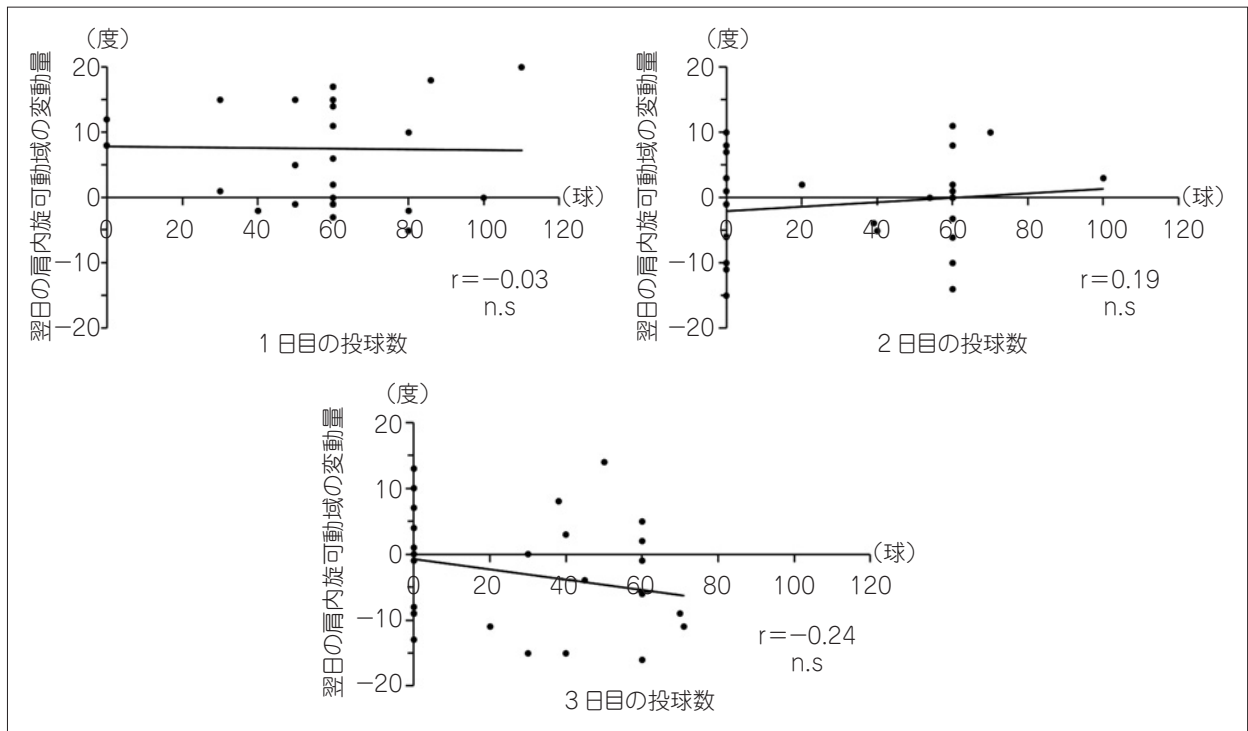


図4 各日の投球数と翌日の肩内旋可動域の変動量の相関

ついて、有意な相関は認められなかった(図4)。また、投球練習の有無により肩内旋可動域が増加、減少、または変化しなかった人数の割合については各日とも、有意な差は認められなかった(表1)。肩内旋可動域の変動量の最大値については、投球を行った翌日の最大増加量は24度(対象A)、最大減少量は21度(対象B)であった。次に投球を行わなかった翌日の最大増加量は13度(対象

C)、最大減少量は15度(対象A)であった。対象A、B、Cの肩内旋可動域の経時的変化を図5に示す。

■ 考 察

投球障害と肩内旋可動域の関係について、Myers et al²⁾はインターナルインピンジメントを呈する選手は既往のない選手よりも肩内旋可動域が低

表 1 各日の投球練習の有無と翌日の肩内旋可動域の増減の関連

		翌日の肩内旋可動域の増減人数 (名)			合計	
		増加	減少	変化なし		
1 日目	投球あり	13	1	10	24	X ² = 2.3
	投球なし	3	0	0	3	
	合計	16	1	10	27	
		翌日の肩内旋可動域の増減人数 (名)			合計	
		増加	減少	変化なし		
2 日目	投球あり	3	4	9	16	X ² = 2.3
	投球なし	3	5	3	11	
	合計	6	9	12	27	
		翌日の肩内旋可動域の増減人数 (名)			合計	
		増加	減少	変化なし		
3 日目	投球あり	3	8	5	16	X ² = 1.7
	投球なし	4	3	4	11	
	合計	7	11	9	27	

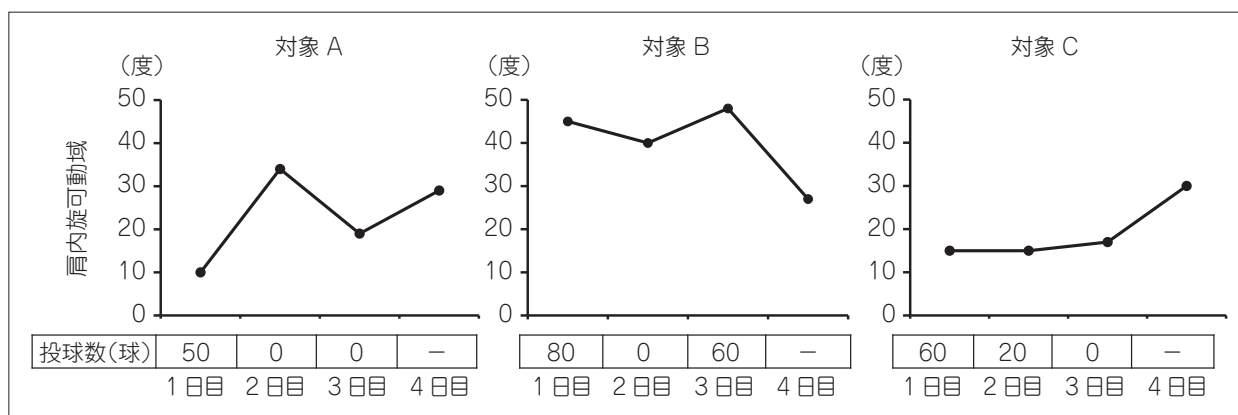


図 5 対象 A, B, C の肩内旋可動域の経時的変化
 投球翌日の最大増加量が 24 度 (対象 A), 最大減少量が 21 度 (対象 B).
 投球をしなかった翌日の最大増加量が 13 度 (対象 C), 最大減少量が 15 度 (対象 A).
 対象 A : 21 歳, 182cm, 74kg, 右投げ
 対象 B : 20 歳, 171cm, 62kg, 左投げ
 対象 C : 19 歳, 178cm, 72kg, 右投げ

下していると報告している。また、投球側と非投球側の肩内旋可動域の差が 25 度以上ある選手は 25 度未満の選手に比べ、肩や肘の障害が発生する可能性が高いとの報告もある³⁾。これらの報告を含め多くの先行研究では、肩内旋可動域制限は投球障害の発生要因の 1 つとして考えられている^{1,4)}。

この肩内旋可動域制限は投球動作の繰り返しがその一因とされている¹¹⁾。投球後の肩内旋可動域の変動に関する先行研究において、Reinold et al⁸⁾ は春季キャンプ初日に行わせた投球の前後で

肩内旋可動域を測定した。その結果、投球直後に肩内旋可動域は有意に減少し、翌日に軽度の回復がみられたと報告している。同じく Kibler et al¹²⁾ は、オープン戦での投球直後に肩内旋可動域は有意に減少し、翌日、2 日後、3 日後に軽度の回復がみられたと報告している。このように過去の報告の多くは投球直後に肩内旋可動域の減少がみられ、その後回復傾向であるが、表 2 で示すように変動量にばらつきがある^{8,12-14)}。その理由として、測定のための投球と実際の野球の現場における投

表 2 投球後の肩内旋可動域の変動量
肩内旋可動域の変動量は、投球前の可動域との差を示す。

報告	肩内旋可動域の変動量 (度)				投球数	投球時期	統一したコンディショニング		
	投球直後 (初日)	翌日	2日後	3日後			ウォーミング アップ・クー リングダウン	アイシ ング	エクサ サイズ
Kibler et al (2012) ¹²⁾	-7	-6	-5	-7	41-64 球	プレシーズン	○	○	○
Reinold et al (2008) ⁸⁾	-9	-7	—	—	50-60 球	実験	○	×	×
Case et al (2015) ¹³⁾	-3.4	-1.6	—	—	81-101 球	シーズン中	○	×	×
上野ら (2012) ¹⁴⁾	—	-1	—	—	100 球	実験	×	○	×
本研究	—	7.5	6.6	3.6	設定なし	プレシーズン	×	×	○

球では変化球、コースの設定や投球間の休息时间など質的な面が異なるため、肩内旋可動域への影響も異なることが考えられる。またその他の投球の質的な面として、日々の練習および試合ではプレッシャーや打者に対する全力投球など野球の現場特有の影響によって、測定のための投球より強度が高い可能性がある。そのため、日々の練習の中で投球数と肩内旋可動域を継続的に調査し、その関係について検討する必要があると考えた。

今回の結果では、日によって肩内旋可動域に有意な差が認められ、宮下ら¹¹⁾の先行研究と同様、肩内旋可動域は決して一定ではなく日々変化していることが示唆された(図3)。

もう1つの結果として、投球数と翌日の肩内旋可動域の変動量に有意な相関はなかった(図4)。つまり、投球数の増加に伴い肩内旋可動域の変動量が大きくなるわけではなかった。さらに、投球練習を行った翌日に肩内旋可動域は減少するとは限らず、増加する場合や変動しない場合もあった(表1)。一方、図5の対象Bや対象Cのように投球を行わなかった翌日に肩内旋可動域が大きく増加した場合もあったが、対象Aのように大きく減少した選手も存在した。これらの結果から、投球による肩内旋可動域の変動は投球翌日ではなく、2日後以降に生じる可能性も考えられる。以上より、プレシーズンの投球練習が翌日の肩内旋可動域の変動に与える影響は必ずしも大きくないことが示唆された。投球の影響は投球数という量的な面だけでなく、投球動作や投球強度、変化球やコースの設定、投球間の休息时间などの質的な面もあげられる。これらの要因が選手によって異なるため、肩内旋可動域の変動が選手個々の特徴として

生じていると考える。

本研究における肩内旋可動域の変動には、投球による影響以外にも測定時期やコンディショニング内容、休養のタイミングなども含めてさまざまな要因があると考えられる。表2より、シーズン中での投球後の肩内旋可動域の減少量¹³⁾は、プレシーズンの可動域の減少量^{8,12)}より低値であった。この理由として、Case et al¹³⁾はシーズンの環境の違いにより腱板筋群の疲労しやすさや休養にかかる時間が異なることをあげている。また宮下ら¹⁰⁾は、プレシーズンは試合に向けて投球数が増加する、いわゆる「肩をつくる」時期であると述べている。本研究での投球後の肩内旋可動域の変動は、今回測定したプレシーズンという時期の特徴とも考えられ、シーズン中とは異なる傾向がみられた可能性もある。次にコンディショニングについて今回の対象の投手は、統一した肩関節のエクササイズを実施していた。そのため、適切なコンディショニングによってある程度肩内旋可動域の減少を防ぐことができる場合もあったと考えられる。その他にも、上野ら¹⁴⁾が投球後のアイシング実施により肩内旋可動域の減少量が小さくなることを報告している。本研究ではアイシング実施の有無の設定を行っていないため、その実施の有無が各選手の肩内旋可動域の変動に影響した可能性もある。以上のように多くの要因が考えられ、単純に投球の影響のみを分析するだけでは不十分である。

次に、投球後の肩内旋可動域減少の解剖学および生理学的な要因から考察を述べる。投球動作のフォロースルー期において肩関節に加わる牽引力に対して後方関節包や遠心性に収縮する肩後方筋群が抗する。そのため、微細損傷が生じること

による後方関節包の拘縮¹⁵⁻¹⁷⁾や肩後方筋群の過度な緊張や疲労による stiffness の増加^{11, 16, 18)}が肩内旋可動域減少の要因として挙げられている。このうち、後方関節包の拘縮は投球の繰り返しによる組織損傷後の修復過程において生じ、長期間を要する¹⁹⁾。本研究では、4日間という短期間の測定であったため可動域の減少の要因としては主に肩後方筋群の stiffness の増加が考えられる。しかし、筋力エクササイズ後の筋の stiffness に関する先行研究では、同じ負荷でも1度目と2度目の stiffness の変化が異なると報告されている²⁰⁾。つまり、同じ投球数でも肩後方筋群の stiffness が変化する程度は異なると推察される。そのため、本研究において投球後の肩内旋可動域は必ずしも減少するわけではなかったと考える。

先行研究からも投球動作の繰り返しが肩内旋可動域の減少に関与していることは明らかであると考える^{7, 8, 12, 13)}。しかし、今回の結果から選手の肩内旋可動域は投球だけでなくさまざまな要因の影響を受け、選手によってその変動が異なることが示された。そのため、野球の現場では選手個々の関節機能の経時的変化を把握し、変化の程度がその選手にとって投球障害の発生要因となり得るのか評価した上で、投球障害の改善および予防を行う必要があると考える。

本研究の限界として、測定時に肩関節に疼痛がなかった大学生を対象としており、高校生など競技レベルの違う選手については検討できていない。また、測定期間はプレシーズンであり、最も投球障害が発生しやすいシーズン中の経時的変化も分析する必要がある。さらに肩内旋可動域と投球障害の発生の関係を分析するためには、投球障害発生前後の経時的変化も調査する必要があると考える。

結語 (まとめ)

1. 大学野球投手を対象に肩内旋可動域を4日間連続で測定し、肩内旋可動域に投球練習の有無および投球数が与える影響について分析した。

2. 日によって選手の肩内旋可動域に有意な差が認められ、野球現場において肩内旋可動域は決して一定ではなく日々変化していることが示唆された。

3. 投球練習を行った翌日に肩内旋可動域は減少するとは限らず、増加する場合や変動しない場合

もあり、プレシーズンの投球練習が与える影響は必ずしも大きくないことが示唆された。

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) Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. Shoulder injuries in overhead athletes: the "dead arm" revisited. *Clinics In Sports Medicine*. 2000; 19: 125-158.
- 2) Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, et al. Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *The American Journal of Sports Medicine*. 2006; 34: 385-391.
- 3) Shanley E, Rauh MJ, Michener LA, et al. Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *The American Journal of Sports Medicine*. 2011; 39: 1997-2006.
- 4) Wilk KE, Macrina LC, Flesing GS, et al. Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in Professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*. 2011; 39: 329-335.
- 5) 岩堀裕介. 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: 229-240.
- 6) 石井壮郎, 森慎太郎, 向井直樹, 他. 高校野球選手においてメディカルチェックから投球障害肩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.
- 7) 柳澤 修, 宮永 豊, 白木 仁, 他. 高校生投手の投球数増加が身体諸機能に及ぼす影響-いわゆる100球肩の検証-. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2000; 17: 735-739.
- 8) Reinold MM, Wilk KE, Macrina LC, et al. Changes in shoulder and elbow passive range of motion after pitching in professional baseball players. *The American Journal of Sports Medicine*. 2008; 36: 523-527.
- 9) 水野良亮. 練習継続に伴う高校野球投手の肩関節機能の経時的変化~肩関節可動域・筋力は常に一定か?~. *中部大学生命健康科学部理学療法学科卒業研究論文集*. 2015; 2: 65-68.

- 10) 宮下浩二, 小山太郎, 太田憲一郎, 他. 大学野球投手における肩関節内旋可動域の日差変動～プレシーズンにおける経時の変化と変動幅～. 日本整形外科スポーツ医学会学会誌. 2017; 1: 32-36.
- 11) 山本宣幸, 井樋栄二, 皆川洋至. 投球障害肩の最近の話題 内旋可動域の低下. 関節外科. 2006; 25: 17-20.
- 12) Kibler WB, Sciascia A, Moore S. An acute throwing episode decreases shoulder internal rotation. Clinical Orthopaedics and Related Research. 2012; 470: 1545-1551.
- 13) Case JM, Mannava S, Fallin JH, et al. Acute changes in glenohumeral range-of-motion following in-season minor league pitching starts. The Physician and Sports medicine. 2015; Early Online: 1-6.
- 14) 上野愛範, 金井 章, 神田 直. 投球後のアイシングが肩関節に及ぼす影響. 愛知県理学療法学会誌. 2012; 24: 51-55.
- 15) Thomas SJ, Swanik CB, Higginson JS, et al. A bilateral comparison of posterior capsule thickness and its correlation with glenohumeral range of motion and scapular upward rotation in collegiate baseball players. J Shoulder Elbow Surg. 2011; 20: 708-716.
- 16) Hung CH, Hsieh CL, Yang PL, et al. Relationships between posterior shoulder muscle stiffness and rotation in patients with stiff shoulder. J Rehabil Med. 2010; 42: 216-220.
- 17) Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder, spectrum of pathology Part I: Pathoanatomy and Biomechanics. The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2003; 19: 404-420.
- 18) Howell JN, Chila AG, Ford G, et al. An electromyographic study of elbow motion during postexercise muscle soreness. Journal of Applied Physiology. 1986; 58: 1713-1718.
- 19) 三木英之. 運動と外傷—軟部組織の外傷—. 臨床スポーツ医学. 2000; 17: 981-992.
- 20) Janecki D, Jarocka E, Jaskólska A, et al. Muscle passive stiffness increases less after the second bout of eccentric exercise compared to the first bout. Journal of Science and Medicine in Sport. 2011; 14: 338-343.

(受付：2018年10月30日, 受理：2019年10月30日)

Relationship between pitching practice and shoulder internal rotation range of motion in college baseball pitchers: The effects of pitching practice and pitch counts on the range of motion the next day

Emon, Y.^{*1}, Miyashita, K.^{*2}, Koyama, T.^{*3}
Ota, K.^{*4}, Tani, Y.^{*5}, Okamune, R.^{*3}

^{*1} Iwata Orthopedics Clinic

^{*2} Department of Physical Therapy, College of Life and Health Science, Chubu University

^{*3} Matsushita Orthopedics

^{*4} Watanabe Orthopaedics & Rehabilitation Clinic

^{*5} Advanced Rehab Co., Ltd.

Key words: college baseball pitcher, pitching practice, shoulder internal rotation

[Abstract] The purpose of this study was to evaluate the effects of pitching practice and pitch counts on the shoulder internal rotation range of motion (IRROM) in pitchers the next day. Passive IRROM on the throwing shoulder of 27 college baseball pitchers was measured before practice for four consecutive days during the pre-season period. Pitching practice and pitch counts per day were recorded during the first three days. The mean IRROM on each of the four consecutive days was $21.6^{\circ} \pm 12.3^{\circ}$, $29.1^{\circ} \pm 10.4^{\circ}$, $28.2^{\circ} \pm 10.2^{\circ}$, and $25.2^{\circ} \pm 8.3^{\circ}$, respectively. A significant difference was observed between the first and the following three days, and between the second and the fourth days of practice ($p < 0.05$); however, a significant correlation was not observed between pitch counts and variations in IRROM the following day. No differences were also observed in the rates of pitchers whose IRROM increased or decreased regardless of pitching practice. On the baseball field, IRROM did not necessarily decrease on the day following the pitching performance, but it sometimes increased or remained the same. The results suggest that the effect of pitching practice on the IRROM is not always significant.