

原著

健全中学および高校野球選手における肩関節回旋可動域の特性

—中高一貫校を対象に—

岩見 一洋^{1)*}, 山田 義久²⁾, 片山 訓博³⁾, 重島 晃史³⁾, 曾我 文明⁴⁾, 稲岡 忠勝³⁾, 島崎 翔⁵⁾, 大倉 三洋⁶⁾

Characteristics of shoulder joint rotation range of motion in junior and high school baseball players: A study of integrated junior-high and high school programs

Kazuhiro Iwami, RPT^{1)*}, Yoshihisa Yamada, RPT²⁾, Kunihiro Katayama, RPT, PhD³⁾, Koji Shigeshima, RPT, PhD³⁾, Fumiaki Soga, RPT⁴⁾, Tadakatsu Inaoka, RPT³⁾, Sho Shimasaki, RPT⁵⁾, Mitsuhiro Okura, RPT, PhD⁶⁾

要 旨

成長期野球選手の肩関節回旋可動域に適応変化が生じることは先行研究により散見される。しかし、肩関節可動域測定の際、所属チームによる差違を経験することがある。これは、練習内容の質、量の差や、可動域および柔軟性に対するチーム間での意識レベルの違いが統一されていないことが要因として考えられる。そこで本研究では、指導内容および競技レベルが統一された中高一貫校の中学および高等学校に所属する健全野球選手を対象に、それぞれの肩関節回旋可動域の特性を明らかにすることを目的とした。対象は、中学野球選手（以下、中学群）と高校野球選手（以下、高校群）とし、他動肩関節内旋可動域（Abducted Internal Rotation：以下、ABIR）および他動肩関節外旋可動域（Abducted External Rotation：以下、ABER）を測定した。これらから、Total Range of Motion（以下、TROM）、Glenohumeral Internal Rotation Deficit（以下、GIRD）、External Rotation Gain（以下、ERG）、Total Range of Motion Deficit（以下、TROMD）を算出し、非投球側、投球側および中学群、高校群の2要因で比較検討した。結果は、中学群、高校群ともに投球側ABIRは有意に低値を示し、投球側ABERは有意に高値を示した。また、高校群の投球側ABIRは中学群と比較し有意に低値を示し、GIRD、ERG、TROMDでは高校群で高値を示したものの有意差は認められなかった。これらのことから、指導内容および競技レベルが統一された中高一貫校の中学および高等学校に所属する健全野球選手でも、投球動作に伴う適応変化は中学生の時点で既に認められ、高校生以降では投球側ABIRの低下が顕著になるとともに、投球側と非投球側の差が漸増することが示された。

キーワード：肩関節可動域、適応変化、中学野球選手、高校野球選手

-
- 1) 田中整形外科病院 リハビリテーション科
Department of Rehabilitation, Tanaka Orthopedic Hospital
 - 2) もりもと整形外科・内科 リハビリテーション科
Department of Rehabilitation, Morimoto Orthopedic Clinic
 - 3) 高知リハビリテーション専門職大学 リハビリテーション学部 リハビリテーション学科 理学療法学専攻
Division of Physical Therapy, Department of Rehabilitation, Faculty of Rehabilitation, Kochi Professional University of Rehabilitation
 - 4) 青山整形外科 リハビリテーション科
Department of Rehabilitation, Aoyama Orthopedic Clinic
 - 5) 介護予防サロン ごむの木
Nursing Care Prevention Salon Gomunoki
 - 6) 児童発達支援センター とさちくらぶ
Child Development Support Center Tosatti Club
- *Corresponding author : iwami.kochi@outlook.jp

Abstract

Previous studies have observed adaptive changes in shoulder joint rotational range of motion (ROM) among adolescent baseball players. However, differences in shoulder joint ROM measurements may vary among teams, likely due to differences in practice quality, quantity, and awareness regarding ROM and flexibility. This study aimed to clarify shoulder joint rotational ROM characteristics among healthy junior high school (JHS) and high school (HS) baseball players attending integrated secondary schools, where coaching content and competition level are standardized. We measured abduction internal rotation (ABIR) and external rotation (ABER). Using these measurements, we calculated Total ROM (TROM), Glenohumeral Internal Rotation Deficit (GIRD), External Rotation Gain (ERG), and Total ROM Deficit (TROMD) and compared the results between the throwing and non-throwing arms as well as between the JHS and HS groups. In both groups, ABIR was significantly lower whereas ABER was significantly higher on the throwing side. The HS group had significantly lower ABIR on the throwing side compared to the JHS group. While the HS group also showed higher GIRD, ERG, and TROMD values than the JHS group, these differences were not statistically significant. These results suggest that even among players with standardized coaching and athletic levels, adaptive changes in pitching mechanics may emerge as early as JHS. The observed showed that after HS, the decrease in ABIR on the throwing side became more pronounced and the difference between the throwing and non-throwing sides increased progressively.

KeyWords: shoulder range of motion, adaptive changes, junior high school baseball players, high school baseball players

はじめに

野球選手の肩関節回旋可動域に適応変化が生じることはKingら¹⁾により初めて報告された。一般的に、非投球側と比較し、投球側肩関節内旋可動域は減少し、外旋可動域は増大することが示されている^{1,2)}。これは、主に繰り返される投球動作による微小外傷性ストレスが原因である^{1,2)}と考えられており、岩堀ら³⁾は、これらの適応変化は学童期の時点で既に認められていると報告している。特に、投球側肩関節内旋可動域の減少は、Glenohumeral Internal Rotation Deficit (以下、GIRD)と呼ばれ、過度なGIRDは投球障害のリスクファクターとなり得ることが示されている⁴⁾。しかし、投球動作における肩関節回旋可動域の適応変化は生理的反応であることも窺えられ、投球側および非投球側における肩関節回旋可動域の特性を理解することは、投球障害の予防を目的とした理学療法を展開していく上で重要であると考えられる。

肩関節回旋可動域の適応変化には、機能的変化と構造的変化の2つの要因が報告されており⁴⁻¹⁰⁾、機

能的变化には、肩関節前方関節包の弛緩や⁵⁻⁷⁾、肩関節後方組織の柔軟性低下^{4,7)}が関与するとされている。また、構造的変化は、上腕骨後捻角度の相対的増大による影響が示されており⁸⁻¹⁰⁾、成長に伴う後捻角の生理的減捻は、11~13歳頃に集中して起こる事が示唆されている^{9,10)}。同様に、野球選手に生じる肩関節回旋可動域の適応変化も、この年齢と一致することが報告されている¹¹⁾。

近年、野球におけるパフォーマンスと、筋力や体重といった身体特性との関連が明らかになりつつある¹²⁾。また、トレーニング方法の報告^{13,14)}やSocial Networking Service (SNS)の普及により、知識の乏しい生徒でも自身の判断で一流選手のトレーニングを容易に模倣できる時代となってきており、高校野球選手のみならず中学野球選手のパフォーマンス向上に影響を及ぼしていると考えられる。しかし、これら筋力の向上や体重の増加を重視するあまりに、可動域の維持・向上を目的としたストレッチなどの対処を軽視した選手にも遭遇する。自験例ではあるが、成長期野球選手の肩関節可動域測定の際、所属

チームによる差を経験することがある。これは、所属チーム毎での指導内容や競技レベルが異なること、すなわち、練習内容の質、量の差や、可動域および柔軟性に対するチーム間での意識レベルの違いが影響していると推察する。また、Matsuuraら¹⁵⁾は、1週間あたりの練習時間が16時間を超える場合、投球障害を予測する危険因子であることを報告している。

そこで本研究では、練習内容の質、量が異なる複数校を対象とする影響を考慮して、指導内容および競技レベルが統一された中高一貫校の中学および高等学校に所属する健常野球選手を対象に、それぞれの肩関節回旋可動域の特性を明らかにし、発達過程における投球動作に伴う適応変化を明示することを目的とした。

対象と方法

1. 対象

対象は、全国大会出場レベルで、中学および高校野球のオフシーズンである冬期に実施されたメディカルチェックに参加した某中学校軟式野球部員（以下、中学群）36名のうち、除外基準に該当する11名を除いた25名（年齢：平均 13.8 ± 0.8 歳，身長：平均 164.2 ± 7.7 cm，体重：平均 55.2 ± 12.1 kg，右投げ：22名，左投げ：3名，投手：3名，野手：22名）と，某高等学校硬式野球部員（以下，高校群）54名のうち，除外基準に該当する12名を除いた42名（年齢：平均 16.4 ± 0.5 歳，身長：平均 171.0 ± 6.0 cm，体重：平均

68.1 ± 8.7 kg，右投げ：39名，左投げ：3名，投手：6名，野手：36名）とした。選択基準は，測定中に肩および肘関節に疼痛がなく，また，測定日に全力投球が可能である者とした。除外基準は，測定日から過去1年以内に肩および肘関節に投球時痛を認めたとした者，また，測定日直近で疼痛により全力投球が困難であった者，肩および肘関節に整形外科的疾患や手術歴がある者とした。本研究は，高知りハビリテーション専門職大学倫理委員会の承認（承認番号：R5-1）を得て，ヘルシンキ宣言に基づき，指導者に加え，被検者および保護者には研究の主旨および目的を十分に説明し，同意を得た上で実施した。

2. 測定手順

関節可動域測定は，測定誤差を排除するため経験年数10年の理学療法士1名が実施した。測定肢位は仰臥位にて，東大式ゴニオメーターを用い，Meisterの方法¹¹⁾を参考に，肩甲骨傾斜開始をエンドポイントとした肩関節 90° 外転，肘関節 90° 屈曲，前腕中間位における他動肩関節内旋可動域（Abducted Internal Rotation：以下，ABIR），他動肩関節外旋可動域（Abducted External Rotation：以下，ABER）を 1° 単位で，投球側および非投球側を各1回ずつ測定した（図1）。測定した可動域から，ABIR，ABER，総回旋可動域（Total Range of Motion：以下，TROM），GIRD，External Rotation Gain（以下，ERG），Total Range of Motion Deficit（以下，TROMD）をデータとして採用した。各データの算出方法は，Oyamaの方法¹⁶⁾を参考に，



肩甲骨傾斜開始をエンドポイントとした肩関節 90° 外転，肘関節 90° 屈曲，前腕中間位におけるABIR (a)，ABER (b)を 1° 単位で，投球側および非投球側を各1回ずつ測定した。

図1 他動肩関節回旋可動域測定

TROMはABIRとABERとの総和、GIRDは非投球側ABIRから投球側ABIRを減算した値、ERGは投球側ABERから非投球側ABERを減算した値、TROMDは非投球側TROMから投球側TROMを減算した値とした。

3. 統計学的解析

統計学的解析では、中学群、高校群の投球側および非投球側それぞれの肩関節回旋可動域の特性を明らかにするため、①ABIR、②ABER、③TROM、④GIRD、⑤ERG、⑥TROMDの6項目を解析対象とした。個々のデータ群について、正規性の検定(Shapiro-Wilk検定)および等分散性の検定(F検定)を実施し、正規性および等分散性の有無を確認した。検定の結果、非投球側ABIRが中学群、高校群ともに正規性を認めなかった。それ以外はすべて正規分布および等分散性を認めた。

1) 肩関節回旋可動域の非投球側、投球側および中学群、高校群の比較

まず、投球障害との関連が報告されている肩関節回旋可動域変数を用いて、投球による肩関節回旋可動域と発達への影響を検討するために、非投球側、投球側の値ならびに中学群、高校群の値とで比較した。そこで統計学的解析では、①ABIR、②ABER、③TROMの非投球側、投球側の値を中学群、高校群それぞれで二元配置分散分析および多重比較(Bonferroni法)を行い、危険率5%を有意水準とした。

ただし、非投球側の①ABIRに関して、中学群非投球側×中学群投球側、高校群非投球側×高校群投球側、中学群非投球側×高校群非投球側の組み合わせでMann-Whitney検定、中学群投球側×高校群投球側

の組み合わせでStudentのt検定を用いて検討した。有意水準はBonferroniの補正を用い、危険率5%を4で除し、1.25%とした。

2) 肩関節回旋可動域の左右差における中学群、高校群の比較

次に、肩関節回旋可動域の左右差における変数について、発達が投球による肩関節回旋可動域の左右差に影響を及ぼすかをさらに検討した。そこで、④GIRD、⑤ERG、⑥TROMDの各変数において中学群、高校群の2群間においてStudentのt検定を用いて比較検討し、危険率5%を有意水準とした。

なお、統計解析ソフトにはRコマンダー2.7.0 (R4.0.2; CRAN, freeware)を使用した。

結果

1. 肩関節回旋可動域の非投球側、投球側および中学群、高校群の比較

表1にABIRにおける非投球側、投球側および中学群、高校群の比較を示す。ABIRは中学群、高校群ともに、非投球側と比較し投球側で有意に低値を示した($p<0.001$)。また、投球側ABIRは中学群と比較し高校群で有意に低値を示した($p=0.003$)。

表2にABERにおける非投球側、投球側および中学群、高校群の比較を示す。ABERは中学群、高校群ともに、非投球側と比較し投球側で有意に高値を示した($p<0.0001$)。なお、有意な交互作用は認められなかった。

表3にTROMにおける非投球側、投球側および中学群、高校群の比較を示す。TROMは非投球側、投球側および中学群、高校群の間に有意差および有意な交互作用は認められなかった。

表1 肩関節回旋可動域 (ABIR) における非投球側、投球側および中学群、高校群の比較

	非投球側	投球側
中学群 (n=25)	68.0° (54° - 103°)	62.4±9.9° ^a
高校群 (n=42)	66.5° (30° - 80°)	53.8±11.9° ^{b,c}

中央値(最小値 - 最大値), 平均値 ± 標準偏差

a: $p<0.001$ (非投球側と投球側との間), b: $p<0.0001$ (非投球側と投球側との間)

c: $p=0.003$ (中学群と高校群との間)

ABIR: Abducted Internal Rotation

表2 肩関節回旋可動域 (ABER) における非投球側, 投球側および中学群, 高校群の比較

	非投球側	投球側
中学群 (n=25)	105.2±7.8°	110.5±7.6° ^a
高校群 (n=42)	104.8±7.4°	111.8±6.6° ^a
平均値 ± 標準偏差		
a : p<0.0001 (非投球側と投球側との間)		
ABER : Abducted External Rotation		

表3 肩関節回旋可動域 (TROM) における非投球側, 投球側および中学群, 高校群の比較

	非投球側	投球側
中学群 (n=25)	175.6±10.1°	172.9±12.7°
高校群 (n=42)	169.0±12.2°	165.0±12.2°
平均値 ± 標準偏差		
TROM : Total Range of Motion		

2. 肩関節回旋可動域の左右差における中学群, 高校群の比較

表4に肩関節回旋可動域の左右差における中学群, 高校群の比較を示す. GIRD, ERGおよびTROMDは中学群, 高校群の間に有意差は認められなかった.

考察

本研究は, 指導内容および競技レベルが統一された中高一貫校の中学および高等学校に所属する健常野球選手を対象に, それぞれの肩関節回旋可動域の特性を明らかにし, 発達過程における投球動作に伴う適応変化を明示することを目的とした. その結果, 中学群および高校群ともに, 非投球側と比較し投球側ABIRは有意に低値を示し, ABERは有意に高値を示し, 先行研究^{1,2)}と一致した. また, 高校群の投球側ABIRは中学群と比較して有意に低値を示し, GIRD, ERGおよびTROMDに関しては, 高校群

で高値ではあったものの, 両群間に有意差は認められなかった.

1. 肩関節回旋可動域の非投球側, 投球側および中学群, 高校群の比較

野球選手の投球側肩関節回旋可動域の特性は以前より議論されている¹⁻¹¹⁾. 軟部組織性の要因については, フォロースルーの際に生じる肩関節後方組織への繰り返しの負荷が柔軟性低下の原因となり, 投球側ABIRの減少を引き起こすことが報告されている⁴⁾. さらに, 屍体肩を用いてLate Cocking Phaseを想定した過度な外旋動作を繰り返すモデルでは, 肩関節前方関節包は弛緩し, 投球側ABERの増大を助長するとされている^{5,6)}. また, 骨性の要因については, 非投球側と比較した投球側の上腕骨後捻角度が影響し, 投球側ABIRの減少およびABERの増大を引き起こすことが報告されている⁸⁻¹⁰⁾. いずれにし

表4 肩関節回旋可動域の左右差における中学群, 高校群の比較

	中学群 (n=25)	高校群 (n=42)	p値	効果量
GIRD	8.0±9.1°	10.7±11.2°	n. s	0.12
ERG	5.3±5.0°	7.0±7.5°	n. s	0.12
TROMD	2.6±8.5°	3.7±10.2°	n. s	0.05

平均値 ± 標準偏差, n. s : not significant

GIRD : Glenohumeral Internal Rotation Deficit, ERG : External Rotation Gain

TROMD : Total Range of Motion Deficit

でも、これらの報告は、繰り返される投球動作に伴う適応変化を示唆しており、投球側および非投球側における肩関節回旋可動域の特性を理解することは、投球障害の予防を目的とした理学療法を展開していく上で重要であると考えられる。本研究においても、肩関節回旋可動域における非投球側、投球側および中学群、高校群の比較では、中学群、高校群ともに、非投球側と比較し投球側ABIRの減少およびABERの増大を認めた。つまり、これらの適応変化は既に中学生の時点で認められており、学童期の時点で認められているとする岩堀ら³⁾の報告を裏付けるものであった。一方、TROMでは、非投球側と投球側の間で有意差を認めなかった。これらの結果は、肩関節回旋可動域が全体的に一定に保たれることで、肩関節の機能的バランスが維持されている可能性を示唆しており、Wilkら¹⁷⁾はこのことを、“Total Motion Concept”と提唱している。この視点により、野球選手に生じる肩関節回旋可動域の変化は、必ずしも機能障害を意味するのではなく、競技特性に応じた適応である可能性を支持している。

投球側ABIRを中学群と高校群で比較した場合、高校群で有意に低値を示した。金崎¹⁸⁾は、筋量の発達は身長伸びの速度がピークとなるPeak Height Velocity (以下、PHV)後に増加するとし、山本ら¹⁹⁾は、軟部組織の変化は中学から高校へと進学する時期に生じ、ABIRに影響を及ぼすことを報告している。また、8～16歳の健常野球選手を対象としたMeisterら¹¹⁾は、成長に伴う肩関節可動域の変化は、コラーゲン線維の変化が一要因であることを報告している。したがって、本研究で認められた高校群の投球側ABIR低値の背景には、PHV後に生じた肩関節後方軟部組織性因子の関与が強くなりつつある結果であると考えられる。ただし、本研究では肩関節内旋可動域に関する骨性因子について²⁰⁾は十分に考慮できておらず、推測の域を出ない。いずれにしても、高校進学後に生じる投球側ABIRの減少は、投球障害発生のリスクファクター^{4,21-26)}となり得るため注意を要する。

2. 肩関節回旋可動域の左右差における中学群、高校群の比較

肩関節回旋可動域の左右差における中学群、高校群の比較では、GIRD、ERGおよびTROMDを中学群と高校群で比較したところ両群間に有意差は認められなかった。本邦における複数校の投手と野手を対象とした先行研究では、健常中学野球選手のGIRDは 16.3° 、ERGは 6.5° 、TROMDは 9.8° であったことが示されている²⁷⁾。一方、健常高校野球選手のGIRDは 17.8° 、ERGは 3.6° 、TROMDは 14.2° であったことが示されている²⁸⁾。すなわち、中学および高校野球選手の肩関節回旋可動域左右差の値に大きな違いは認められていないことが窺えられ、単純比較には注意を払う必要があるものの、本研究においても同様の結果を示しており、投球側と非投球側の差を示すGIRD、ERGおよびTROMDは、この年代における成長に伴う影響を受けないことが示唆された。

本研究と同世代および投手と野手を対象としたShanleyら²²⁾は、プレシーズンに認められたGIRDは、シーズン中の肩、肘傷害と関連することを報告している。一方、同条件で800人以上を対象にプレシーズンに大規模調査を行なったOyamaら¹⁶⁾は、GIRD、ERGおよびTROMDはシーズン中の肩、肘傷害との関連がなかったことを報告しており、プレシーズンの肩関節可動域とシーズン中の肩、肘傷害との関連については一定の見解が得られていない。これには、練習の質、量、競技レベルなどの異なる対象者が混在していることが影響していると考えられる。したがって、本研究において指導内容が統一された全国大会出場レベルにある中高一貫校の健常野球選手の肩関節回旋可動域特性を明示したことには意義があると考えられる。今後はこれらのデータを活用し、GIRD、ERG、TROMDと投球障害の関連性について検討を加えることで、投球に伴う肩および肘関節障害と、肩関節回旋可動域特性との関連性が明らかになると考える。

3. 本研究の限界と今後の課題

最後に、本研究ではいくつかの限界点が存在する。

第一に、本研究における関節可動域測定は、臨床経験10年の理学療法士1名が実施した。ただし、測定の信頼性については、ICC (Intraclass Correlation Coefficient) などの指標を用いて評価していない。先行研究^{21,29)}では、検者を複数名配置する、または3回測定した平均値を用いるといった方法が信頼性向上のために採用されている。しかし、メディカルチェックの現場では、参加者数や時間的制約からこれらの対応が困難であるのが現状である。一方、本研究で採用した東大式ゴニオメーターを使用したMeisterの方法¹¹⁾は、信頼性が高い評価方法であることが報告³⁰⁾されており、この点が本研究の妥当性を支える一助となる。今後は、測定結果の再現性や信頼性を統計的に検証することが求められる一方で、メディカルチェックの現場に適した実用的かつ効率的な測定方法を検討する必要があると考えられる。第二に、本研究では単一の中学および高等学校を対象としており、複数校を対象とした先行研究との間で統計学的検証は行えていない。中高一貫校と複数校を対象とした研究データとの比較を通して、練習の量、質、競技レベルが異なることによる肩関節回旋可動域特性、あるいは投球動作による肩関節回旋可動域の適応変化への影響について言及することができるのではないかと考える。第三に、本研究の対象者には高校入学の際に系列中学校以外から進学する生徒が一部含まれている。しかし、対象者の多くは系列中学校入学時点から計6年間、定期的なメディカルチェックとフィードバックを受けている。今後は、このような生徒と系列中学校以外から進学してきた生徒とを比較することで、より明確な肩関節回旋可動域特性を示すことができるのではないかと考える。第四に、本研究の対象には投手と野手が混在しているが、対象に野手が加わることで肩関節回旋可動域の値が大きくなることが示されている¹⁷⁾。したがって、ポジション別に肩関節回旋可動域特性を明確にする必要があり、その結果が、ポジション別に応じた投球障害予防の一助に繋がるものと考えられる。

まとめ

中学群および高校群ともに、非投球側と比較して投球側ABIRは有意に低値を示し、ABERは有意に高値を示した。また、高校群の投球側ABIRは中学群と比較して有意に低値を示し、GIRD、ERGおよびTROMDに関しては、高校群で高値ではあったものの、両群間に有意差は認められなかった。すなわち、健常野球選手における投球動作に伴う適応変化は中学生の時点で既に認められ、高校生以降では投球側ABIRの低下が顕著になるとともに、投球側と非投球側の差が漸増することが示された。これらのことから、今後はスポーツ現場および医療現場を問わず、成長に伴う肩関節回旋可動域の適応変化を理解した上で、その他の身体機能評価も含めた定期的なメディカルチェックを行い、投球障害の予防および早期発見に繋げていくことが求められる。

謝辞

本研究は、高知リハビリテーション専門職大学共同研究助成金(令2-004)の助成を受けたものである。また、本研究の実施にあたり、ご協力いただいた野球部部长、監督、コーチおよび選手とその保護者の皆様に感謝いたします。

文献

- 1) King JW, Brelsford HJ, Tullos HS : Analysis of the Pitching Arm of the Professional Baseball Pitcher. Clin Orthop 67 : 116-123, 1969.
- 2) Bigliani LU, Codd TP, Connor PM, et al : Shoulder Motion and Laxity in the Professional Baseball Player. Am J Sports Med 25(5) : 609-613, 1997.
- 3) 岩堀裕介, 加藤真, 佐藤啓二・他 : 少年野球選手の肩関節内旋可動域の減少. 肩関節 27(2) : 415-419, 2003.
- 4) Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB : The Disabled Throwing Shoulder : Spectrum of Pathology Part I : Pathoanatomy and Biomechanics. Arthroscopy 19(4) : 404-420, 2003.
- 5) Mihata T, Lee YS, McGarry MH, et al : Excessive

- Humeral External Rotation Results in Increased Shoulder Laxity. *Am J Sports Med* 32(5) : 1278-1285, 2004.
- 6) 三幡輝久, 阿部宗昭 : 上腕骨過外旋による上方関節唇剥離と前方関節弛緩が肩甲上腕関節動揺性と回旋可動域におよぼす影響-屍体肩を用いた研究-. *肩関節* 29(3) : 671-676, 2005.
- 7) Mihata T, Gates J, McGarry MH, et al : Effect of posterior shoulder tightness on internal impingement in a cadaveric model of throwing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 23(2) : 548-554, 2015.
- 8) Crockett HC, Gross LB, Wilk KE, et al : Osseous Adaptation and Range of Motion at the Glenohumeral Joint in Professional Baseball Pitchers. *Am J Sports Med* 30(1) : 20-26, 2002.
- 9) 武田芳嗣, 前田徹, 藤井幸治 : 野球選手の上腕骨後捻角増大はいつ生じるか. *肩関節*28(2) : 325-328, 2004.
- 10) Yamamoto N, Itoi E, Minagawa H, et al : Why is the humeral retroversion of throwing athletes greater in dominant shoulders than in nondominant shoulders? *J Shoulder Elbow Surg* 15(5) : 571-575, 2006.
- 11) Meister K, Day T, Horodyski MB, et al : Rotational Motion Changes in the Glenohumeral Joint of the Adolescent/Little League Baseball Player. *Am J Sports Med* 33(5) : 693-698, 2005.
- 12) 勝亦陽一, 押川智貴, 池田達昭 : 野球選手における身体形態の特性. *Strength and Conditioning Journal Japan* 27(4) : 2-11, 2020.
- 13) Coleman AE : Training the Power Pitcher. *Strength Cond J* 31(2) : 48-58, 2009.
- 14) Szymanski DJ : Resistance Training to Develop Increased Bat Velocity. *NSCA's Performance Training Journal* 6(2) : 16-20, 2007.
- 15) Matsuura T, Iwame T, Suzue N, et al : Risk factors for shoulder and elbow pain in youth baseball players. *Phys Sportsmed* 45(2) : 140-144, 2017.
- 16) Oyama S, Hibberd EE, Myers JB : Preseason screening of shoulder range of motion and humeral retroversion does not predict injury in high school baseball players. *J Shoulder Elbow Surg* 26(7) : 1182-1189, 2017.
- 17) Wilk KE, Meister K, Andrews JR : Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med* 30(1) : 136-151, 2002.
- 18) 金崎泰英 : 野球のジュニア選手に対するS&Cからのアプローチと注意点. *Strength and Conditioning Journal Japan* 22(4) : 12-17, 2015.
- 19) 山本敦史, 高岸憲二, 設楽仁・他 : 成長期の野球選手におけるGIRDの発生時期-上腕骨頭後捻角と軟部組織の影響-. *肩関節* 39(4) : 896, 2015.
- 20) Yoshida K, Mukai N, Okamoto Y, et al : Does humeral retroversion affect glenohumeral rotation and stiffness of posterior shoulder in college baseball pitchers? *J Phys Fitness Sports Med* 11(5) : 305-313, 2022.
- 21) Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, et al : Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *Am J Sports Med* 34(3) : 385-391, 2006.
- 22) 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. *Am J Sports Med* 39(9) : 1997-2006, 2011.
- 23) Kibler WB, Kuhn JE, Wilk K, et al : The disabled throwing shoulder : spectrum of pathology-10-year update. *Arthroscopy* 29(1) : 141-161, 2013.
- 24) Shanley E, Kissenberth MJ, Thigpen CA, et al : Preseason shoulder range of motion screening as a predictor of injury among youth and adolescent baseball pitchers. *J Shoulder Elbow Surg* 24(7) : 1005-1013, 2015.
- 25) Shitara H, Kobayashi T, Yamamoto A, et al : Prospective multifactorial analysis of preseason risk factors for shoulder and elbow injuries in high school baseball pitchers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 25(10) : 3303-3310, 2017.
- 26) Lin HT, Lin YC, Chou YL, et al : Effect of Glenohumeral

Internal Rotation Deficit on Shoulder in Baseball Pitchers during Fastball Pitching. *Int J Environ Res Public Health* 17(21) : 8211, 2020.

- 27) 遠藤康裕, 中澤理恵, 坂本雅昭 : 中学生野球選手における関節可動域及び筋柔軟性と投球時痛との関連. *理療群馬* 25 : 14-18, 2014.
- 28) 大須賀友晃, 岩堀裕介, 加藤真・他 : 野球選手の肩関節可動域-小学生・高校生の比較-. *肩関節* 29(2) : 417-420, 2005.
- 29) Myers JB, Oyama S, Goerger BM, et al : Influence of humeral torsion on interpretation of posterior shoulder tightness measures in overhead athletes. *Clin J Sport Med* 19(5) : 366-371, 2009.
- 30) Wilk KE, Reinold MM, Macrina LC, et al : Glenohumeral internal rotation measurements differ depending on stabilization techniques. *Sports Health* 1(2) : 131-136, 2009.