

## 野球選手の投球側に見られる回旋腱板筋 (Rotator Cuff Muscles) の形態および筋力特性

### Morphological and Strength Characteristics of the Rotator Cuff Muscles in Baseball Players

長谷川 伸 (Shin Hasegawa) 指導：加藤 清忠教授

#### 要旨

Rotator cuffは上腕骨頭を覆う棘上筋、棘下筋、小円筋、肩甲下筋の停止腱で構成される共同腱であり、Rotator cuffに関連するこれらの4つの筋はRotator cuff muscles (回旋腱板筋) と呼ばれる。これらの筋は機能的に肩関節の動的安定性の維持に貢献しており、スポーツ動作における運動遂行に重要な役割を果たしている。

肩関節に障害を持たない野球選手の回旋腱板筋の機能評価に関する研究の多くは投球側が非投球側と同等か上回る傾向にあることを報告している(Hinton, 1988; Brown, 1988; Mikesky, 1995; Newsham, 1998; Sirota, 1997; Ellenbecker, 1997)。しかし、外旋筋力については投球側が非投球側を下回るとした報告も見られ、投球動作の継続が野球選手の回旋腱板筋の機能低下をもたらす可能性が示唆されている (Alderink, 1988; Wilk, 1993)。これまでの回旋腱板筋の機能や形態に関する研究では筋力の測定方法が多様であり相互の比較が困難であることや、縦断的研究や横断的研究が見られないという問題がみられる。また、形態的特性についても、その体表からの筋の視診や(林原, 1957; 靱田, 1972)、一断面の画像による筋厚や筋断面積に関する報告が多く (山田, 1996; Miniaci, 2002)、野球選手の肩関節筋力に大きな影響を与える関連筋の形態評価を両側にわたって詳細に行った研究はほとんど行われていない。このため野球選手の投球側について一般的に筋力低下や筋萎縮傾向を有するのか、反対に筋肥大や筋力増加というトレーニング効果が示されるのかという点が必ずしも明らかになっていない。また、長年にわたる投球動作の反復や多数の投げ込みが肩関節に関連する筋、特に回旋腱板筋にどのような影響を与えるかという問題については、さらに詳細な情報を収集し、野球選手の肩関節筋力や関連筋形態を評価してその一般的傾向を明らかにすることが必要である。本研究では幅広い年齢の野球選手を対象に、形態分析では超音波法とMRIを用いて、筋力測定ではHand-held dynamometerと等速性ダイナモメーターを用いて投球側と非投球側を比較し、年齢および競技歴の差の影響や肩関節障害のある選手とない選手の肩関節筋力と回旋腱板筋形態の実態を分析し、投球が回旋腱板筋の筋力や筋形態に与える影響を明らかにすることを目的とした。

第1章では、回旋腱板筋に関する先行研究について投動における役割、機能的側面、形態的側面の3点から文献のレビューを行った。

第2章では、競技歴の長期化に伴ってみられる肩関節の機能的、形態的特性を明らかにすることを目的とし、12歳から21歳までの野球選手を対象に肩関節回旋筋力、後部回旋腱板筋 (棘上筋、棘下筋) の筋厚、回旋可動域に関する横断的な研究を行った。

回旋腱板筋の筋厚については棘上筋ではいずれの年齢においても両側間に差は見られず、棘下筋では17~19歳群では投球側の方が高い値を示すが、その前後では両側間に差は見られなかったことから、投球側における筋厚低下は見られないことが示唆された。肩関節回旋筋力について外旋筋力は18歳から21歳の群では投球側が非投球側に対して低い値を示し、19歳以上の群では外旋/内旋筋力比率にも低下が見られた。このことから、競技歴の長い野球選手では後部回旋腱板筋の機能低下を示す者が多く含まれている可能性が示唆された。

回旋可動域についてはいずれの年齢においても外旋可動域は投球側、内旋可動域は非投球側において高値を示し、全回旋可動域は15、16歳群以外では両側間に差が見られなかったことから、成人野球選手の投球側にみられる外旋可動域増加、内旋可動域減少という特徴 (Brown, 1988; Bigliani, 1997; Donatelli, 2000) が12歳時に既に生じていることが示唆された。

第3章では、超音波法を用いて後部回旋腱板筋 (棘上筋、棘下筋) の形態測定と筋力測定から投球競技の継続が後部回旋腱板筋の形態や機能に与える影響について検討した。

第3章-1では、大学野球選手 (n=37) と対照群 (n=22) について棘上筋、棘下筋の筋厚とそれに対応した外転筋力、外旋筋力の測定を行った。野球選手の投球側にみられる後部回旋腱板筋の筋厚では、棘上筋の筋厚は非投球側との間に差は見られなかったが、棘下筋の筋厚は局所的 (50~60% 部位) には非投球側に対し有意に高い値を示した。しかし、群間の比較では身長補正後の棘上筋と棘下筋の筋厚は対照群との間には有意な差は見られなかった。一方、肩関節回旋筋力については外転筋力、外旋筋力ともに非投球側との間に有意な差は見られず、群間の比較においても体重補正

を加えた外転筋力と外旋筋力は対照群と比較して有意な差は見られなかった。さらに、棘上筋、棘下筋の筋厚あたりの筋力にはいずれも差は見られなかった。

以上のことから投球動作の反復には後部回旋腱板筋の筋力発揮能力を向上させる効果は見られないことが示唆された。

第3章-2は、8年以上の競技経験を有する大学野球選手36名を対象に、インピンジメントテストの陰性群(NOR群)と陽性群(IMP群)に分けて、超音波法に基づく棘上筋、棘下筋、三角筋後部の形態分析、およびこれらの筋と関連する肩関節機能について検討した。

NOR群の投球側では棘下筋や三角筋後部の筋厚は局所的に非投球側に対して高い値を示した。一方、IMP群の投球側では棘上筋の筋厚が25%~60%部位において非投球側を下回った。また、等速性外旋筋力、外旋/内旋筋力比率においては、NOR群、IMP群ともに投球側が非投球側を下回った。以上のことから、投球側の棘下筋では肩関節に障害の有無に関わらず部分的な筋肥大と等速性外旋筋力の低下、さらにその結果生じる筋力発揮能力低下が見られることが示唆された。一方、IMP群では投球側において棘上筋の筋厚低下とそれに対応した外転筋力の低下が示されることから、回旋腱板筋の筋萎縮傾向は肩関節障害を持つ選手のみに見られる特徴であると考えられる。

第4章では、10年以上の競技歴を持つ野球投手群(PG: n=12)と対照群(CG: n=10)を対象に、MRIによって回旋腱板筋と三角筋の形態分析(筋長、筋断面積、筋体積、生理学的断面積)を行い、併せてHand-held dynamometer、等速性ダイナモメーターを用いた肩関節の筋力測定を実施し、投球がこれらの筋に及ぼす影響について検討した。

両側間の比較では回旋腱板筋(棘上筋、棘下筋[棘下筋+小円筋]、肩甲下筋)の形態的指標において、野球投手群の投球側と非投球側の間に差が見られなかったが、三角筋では筋長、筋体積が投球側において有意に高い値を示した。

等速性筋力測定では投球側が非投球側に対して、外旋時のピークトルクや平均パワーの低下(60, 180, 300deg/sec)、内旋時のピークトルクや平均パワーの増加(180deg/sec)とそれに伴う外旋/内旋比の低下(ピークトルクでは60, 180deg/sec, 平均パワーでは60~300deg/sec)を示した。また、等尺性筋力は野球投手群の下垂位での外旋筋力(ER-1)が投球側において高い値を示したが、外転位では両側間に差は見られなかった。

等速性筋力の測定値を用いた固有筋力において、棘下筋の固有筋力は投球側が非投球側に対して有意に低い値を示した。

これらのことから、野球投手の投球側の特徴として、形態的指標では三角筋(アウターマッスル)は投球側が非投

球側に対して筋肥大傾向が見られるが、回旋腱板筋(インナーマッスル)には両側間の差はないことが示された。また、機能的指標において外旋ピークトルクや平均パワーの低下、内旋ピークトルクや平均パワーの増加が示された。このことから、棘下筋の固有筋力は非投球側よりも低値を示し、筋力発揮能力の低下が見られる可能性が示唆された。

第5章では、第1~4章までの研究を総合して1) 肩関節に障害を持たない野球選手の回旋腱板筋の形態・機能における特性、2) 競技歴の長期化に伴う影響、3) 野球選手を対象とした筋力測定法、4) 本研究の問題点と今後の課題に関する総合討論を行った。

第6章では、本研究における超音波法、MRIを用いた野球選手の回旋腱板筋の形態測定(筋厚、筋断面積、筋体積、生理学的筋断面積等)、機能測定(等尺性筋力、等速性筋力、平均パワー)から野球選手の投球側における特徴として以下のような結論を得た。

- 1) 肩関節に障害をもたない野球選手の投球側では棘下筋の最大筋厚を除く、筋厚、生理学的筋断面積、筋体積において非投球側を上回る形態的指標は見られなかった。
- 2) 肩関節筋力では投球側において外旋ピークトルク、外旋パワーの低下と内旋ピークトルク、内旋パワーの増加、ピークトルク、平均パワーにおける外旋/内旋比の低下が見られた。
- 3) 筋体積と関節トルクから求めた固有筋力や、筋厚あたりの関節トルクにおいて、棘下筋では投球側が非投球側に対して低値を示す傾向が見られた。

以上のことから、投球動作は野球選手の回旋腱板筋に形態変化をもたらすような効果は持たないものの、機能的な変化、特に棘下筋の筋力発揮能力の低下を生じさせる可能性が示唆された。また、筋厚と等尺性筋力を指標とした回旋腱板筋の形態・機能に関する横断的研究からも、長年競技を続けることが必然的な投球側の回旋腱板筋の形態的变化をもたらすものではないが、競技歴の長い選手の中には筋力発揮に問題をかかえている選手が多く存在する可能性が示唆された。