

[原 著]

大学生野球投手における腹筋群の形態的特性

長谷川 伸¹⁾

The morphological characteristics of abdominal muscles in collegiate baseball pitchers.

Shin HASEGAWA¹⁾

Abstract

The purpose of this study was to investigate the differences in abdominal muscle thickness between dominant side and nondominant side of collegiate baseball pitchers. Subjects were twenty collegiate baseball pitchers and twenty collegiate male students who don't participate in a sports which involves trunk rotation. Muscle thicknesses were measured by using B-mode ultrasonic equipment with a 7.5MHz transducer at the following sites: rectus abdominis muscle (RA), external oblique muscle (EO), internal oblique muscle (IO), transverses abdominais muscle (TA) and the total of the muscle thickness (LA: lateral abdominal muscles). In results, nondominant side showed significantly higher values in muscle thickness than dominant side at EO, IO and LA in collegiate baseball pitchers ($p < 0.01$). But, there was no significant difference between dominant side and nondominant side at all sites in collegiate male students. No significant correlation was shown between abdominal muscles thickness (RA, EO, IO and LA) and ball velocity. In conclusion, the results suggested that the difference of lateral abdominal muscles development was shown between dominant and nondominant side in collegiate baseball pitchers. These results suggested that the difference in the degree of lateral abdominal muscles development may be affected to repeated pitching motion in long term.

KEY WORDS : baseball pitcher, rectus abdominal muscle, lateral abdominal muscles

1. 緒言

スポーツ界全般における体幹機能を重視する傾向の中、野球の投球動作においても体幹の役割が注目されるようになった。体幹とは解剖学的には頭、頸、胴からなる部位であり、胴は胸、腹、骨盤に区別され、頸、背、骨盤の背側部がそれぞれ項、背、殿とされている¹⁾。すなわち体幹は本来、身体の中で四肢を除いた全ての部位を指す用語として使用されるものである。しかしながら、投球動作に関する研究では、その関心は

胴の部分に限定されている。先行研究においては左右の肩関節を結ぶ線を体幹上部（上胴）、左右の股関節を結ぶ線を体幹下部（下胴）とし、下胴の回旋である「腰を回す」動きや、上胴の回旋である「肩を回す」動き、下胴と上胴の動きの結果生じる「体幹を捻る」動きが分析の対象となっている²⁻⁵⁾。

静止座標系に対する下胴や上胴の回転速度については、ステップした足の接地からリリースまでの時間幅を100%としたとき、最大回転速度の出現は下胴が25～40%、上胴が45～55%の時点に相当し、上胴の最大

1) 九州共立大学スポーツ学部

1) Kyushu Kyoritsu University Faculty of Sports Science

回転速度は下胴よりも遅れて出現することや、その際の最大角速度は下胴が450~750deg/sec, 上胴が900~1,700deg/secの範囲であり, 上胴においてより大きな値を示すことが報告されている⁴⁾。また, 上胴に先行して下胴が回転することにより生じる捻りがストレッチショートニングサイクル運動となってパワー発揮を高めている可能性を示唆するものや, 上胴の鉛直軸回りの最大回旋速度が大きいほど投球速度が大きくなるとする報告もみられる^{4,6)}。

投球動作に関する筋電図学的研究からは, 体幹の筋活動が起こるタイミングに関する研究が行なわれている。体幹の回旋筋である外腹斜筋は投球側に先行して反対側が活動的になり^{7,8)}, 投球側の外腹斜筋はステップした足を着いたときに活動を開始し, 後期コッキング期から加速期にわたって活動を継続することや, 腹直筋はボールリリースの直前に主要な筋活動が現れることなどが報告されている⁷⁻¹¹⁾。

これらの研究から投球動作における体幹筋の役割は, 主として2つに分けられる。1つは投球動作前半, 前期コッキング相 (クラブからボールを離れた時点からステップした足が地面に接地するまで) にみられる身体長軸回りの角速度増加のための回旋作用であり, 2つ目はステップした足が接地した後の投球動作後半, 後期コッキング相 (ステップした足が地面に接地してから肩関節が最大外旋位になるまで), 加速相 (肩関節最大外旋位からボールリリースまで) にみられるエキセントリックな筋収縮による体幹の屈曲, 前捻り抑制という安定化作用である⁶⁾。回旋作用は下胴の動きが体幹に生じる捻りにより上胴に伝わることにより起こり, 安定化作用は体幹筋が伸張性収縮をすることによって起こるとされることから, いずれの作用においても腹筋群や背筋群の役割が重要であると考えられる。

体幹部の回旋作用, 安定化作用にとって中心的な役割を持つと考えられる腹筋は, 肋骨弓および第12肋骨下縁と骨盤上縁を結び, 腹腔の周りの壁を作る筋である。広義の腹筋は前腹筋, 側腹筋, 後腹筋の3筋に区分され, 前腹筋には腹直筋や錐体筋, 側腹筋には外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋, 後腹筋には腰方形筋が含まれる¹⁾。

野球選手を対象とした腹筋群に関する形態学的研究では, 第3~第4腰椎レベルのMRI画像の分析から, 野球投手や野手の体幹部の筋断面積は非投球側の側腹筋群が有意に高い値を示すことが報告されており, 投球動作の繰返しで体幹部において特異的な部分発達を生じさせる可能性があることが示唆されている^{12,13)}。し

かし, これらの研究はいずれもMRIを用いた測定であり, MRI画像の特性より隣接する個別の筋の輪郭を明確に区別することが困難なため, 非投球側が高い値を示すとされた側腹筋の構成要素である外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋における投球側と非投球側の差異については述べられていない。側腹筋を構成する3筋はそれぞれ異なる機能を持ち, 外腹斜筋は対側への回旋, 側屈, 屈曲, 内腹斜筋は同側への回旋, 側屈, 屈曲, 腹横筋は同側への回旋, 腹腔内圧を高める作用を持つことが知られている^{14,15)}。このことから, 投球動作の反復によりトレーニング効果として筋肥大が起こる筋を特定することは, 投球動作の特性を知り, 野球投手のトレーニング方法を検討する上で重要な知見であると考えられる。

近年, 超音波法を用いて側腹筋の形態や動態を観察した報告が数多く見られるようになり, 外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋の筋厚について姿勢や呼吸による筋厚測定の再現性の高さが報告され, その測定方法が確立されてきた^{16,17)}。同方法を用いたスポーツ選手を対象とした測定においてもテニス選手の側腹筋の筋厚に関する報告が既に行われている¹⁸⁾。そこで本研究では, 超音波法を用いて体幹部を構成する筋の筋厚を測定し, 野球投手にみられる腹筋群の筋形態特性を明らかにするとともに, 投球速度の関係についても検討することを目的とした。

2. 方法

1) 被験者

本研究の対象は大学生野球投手20名 (PG: pitchers group), 投球やスイング動作など体幹の捻転動作を伴うスポーツを実施していない一般男子大学生20名 (CG: Control group)である。大学生野球投手群は投打における利き側の影響を考慮し, いずれも右投げ右打ちまたは左投げ左打ちの者を対象とし, 投球を行う腕側を投球側 (D: Dominant side), 反対の腕側を非投球側 (ND: Nondominant side)とした。また, 一般男子大学生群では, 利き腕側を投球側, 非利き腕側を非投球側とした。大学生投手群と一般男子大学生群の身体特性は表1に示した通りである。被験者には事前に本研究の目的, 方法, 実験に伴う安全性を説明し, 研究参加の同意を得た。

Table 1. Physical characteristics of subjects.

	PG (n=20)	CG (n=20)	
Age (yr)	19.5±0.9	19.3±0.9	
Height (cm)	178.2±4.4	169.9±4.9	**
Weight (kg)	75.0±6.2	62.8±5.6	***
LBM(kg)	65.1±5.6	57.0±3.9	***

PG: Pitchers group, CG: Control group, LBM: Lean body mass. **;p<0.01, ***:p<0.001. Significant difference between PG and CG.

2) 筋厚測定

体幹筋の筋厚の測定にはBモード超音波診断装置(SSD-900,アロカ社), 7.5MHzの探触子を用いた。撮影方法は久保田ら¹⁸⁾の方法に基づき, 腹直筋(RA:Rectus abdominis muscle), 外腹斜筋(EO:External oblique muscle), 内腹斜筋(IO:Internal oblique muscle), 腹横筋(TA: Transversus abdominis muscle) の4筋を対象とした。腹直筋は白線により左右に分かれ, さらに3本の腱画によって左右それぞれ4つの筋腹(上部から第1筋腹, 第2筋腹, 第3筋腹, 第4筋腹)を有するので, 8か所の筋腹に対して白線と外側縁との中間の位置の矢状面像を撮像した。また, 外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋からなる側腹筋は肋骨と上前腸骨棘との中間の位置において矢状面像を撮像した (Fig.1)。

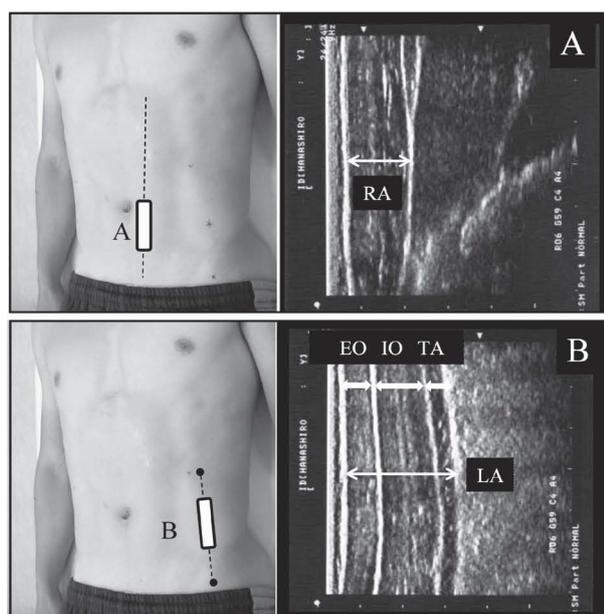


Fig.1 The location of measurements taken by ultrasonic (Left) and ultrasound images of abdominal muscles(Right). RA: Rectus abdominal, EA: External oblique, IO: Internal oblique, TA: Transversus abdominis, LA: Lateral abdominal muscle.

また, 側腹筋の筋厚測定においては姿勢や呼吸などによる影響が指摘されていることから^{16,17)}, 最も姿勢を安定させることができる仰臥位にて安静を保たせ, 自然な呼吸における呼気終末時において測定を実施した。

取得した超音波画像はコンピュータに取り込み, 画像解析ソフトウェア (Scion Image, Scion Corporation, Maryland) を用いて画像中央部における筋膜と筋膜の間の距離を筋厚として測定した。腹直筋は表層の筋膜から深層の筋膜までの距離, 外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋は同じ画像の同一部位より筋厚を測定した。また, 外腹斜筋, 内腹斜筋, 腹横筋の筋厚を合計したものを側腹筋 (LA:Lateral abdominal muscles) の筋厚とした。

3) 投球速度

大学生野球投手の投球速度の測定にはスピードガン(SSK社製)を使用した。スピードガンは捕手の後方5mの位置で三脚に据え付け, 投手のボールリリース位置に合わせるように設置した。投手には十分なウォーミングアップを行わせ, ピッチャーマウンドから18.44 m先に座らせた捕手に対して全力で投球を行うように指示を与えた。ボールは硬式球(質量0.145 kg)を使用した。試行は検者がストライクと判断したボールのみを記録として採用し, 5球分の記録がとれるまで続けた。測定により得られた記録の中から最速のものを測定値として分析に用いた。

4) 統計処理

各測定値は全て平均±標準偏差で示した。投球側と非投球側の比較には対応のあるt検定を用いた。また, 体幹筋の筋厚と投球速度の関係については, ピアソンの相関係数を算出した。統計量の算出はStatView (Ver.5.0) を用いて行った。いずれも統計的な有意水準はp<0.05とした。

3. 結果

1) 体幹筋の筋厚

(1) 腹直筋

大学生野球投手群と一般男子大学生群の腹直筋の筋厚をTable2に示した。大学生野球投手群では腹直筋は第1筋腹から第4筋腹までいずれの部位においても投球側と非投球側の間に有意な差は見られなかった。また, 同様に一般男子大学生群においても投球側と非

投球側の間に有意な差は見られなかった。

Table 2. Muscle thickness of rectus abdominis muscle.

	PG (n=20)		CG (n=20)	
	D (mm)	ND (mm)	D (mm)	ND (mm)
RA-1	13.8±2.9	14.0±2.3	8.4±1.4	8.8±1.7
RA-2	16.7±2.4	16.2±2.2	15.6±2.0	15.5±1.8
RA-3	17.8±2.4	17.7±2.1	17.1±1.9	16.8±1.9
RA-4	17.8±2.2	17.1±2.4	18.3±2.5	17.2±1.9

PG: Pitchers group, CG: Control group.
D:dominant side, ND: nondominant side.
RA: Rectus abdominis

(2) 側腹筋

大学生野球投手群と一般男子大学生群の外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋と3筋の筋厚を合計した側腹筋の筋厚をTable3に示した。大学生野球投手群は外腹斜筋、内腹斜筋および側腹筋において非投球側が投球側に対して有意に高い値を示したが ($p < 0.01$)、一般男子大学生群ではいずれの筋においても投球側と非投球側の間に有意な差はみられなかった。

Table 3. Muscle thickness of lateral abdominal muscles.

	PG (n=20)		CG (n=20)	
	D (mm)	ND (mm)	D (mm)	ND (mm)
EO	9.7±1.3	10.5±1.6 **	10.1±1.5	10.0±1.6
IO	14.1±2.3	15.8±2.8 **	14.7±3.0	13.9±3.2
TA	4.6±0.7	4.8±0.7	5.2±1.2	5.0±1.2
LA	28.3±3.2	31.1±4.3 **	30.0±4.9	28.9±5.2

PG: Pitchers group, CG: Control group.
D:dominant side, ND: nondominant side.
EA: External oblique, IO: Internal oblique.
TA: Transversus abdominis, LA: Lateral abdominal muscles.
**: $p < 0.01$. Significant difference between D and ND.

2) 体幹筋の筋厚と投球速度の関係

大学生野球投手群20名における投球速度は36.3±1.3m/secであった。投球速度と腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋の筋厚との相関をTable4に示した。

(1) 腹直筋

投球側と非投球側の腹直筋の筋厚は、第1筋腹から第4筋腹までいずれの部位においても投球速度との間に有意な相関が示されなかった。

(2) 側腹筋

投球側と非投球側の外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋お

よび側腹筋の筋厚は、いずれの筋においても投球速度との間に有意な相関が示されなかった。

Table 4. Correlation coefficients between muscle thickness and maximal ball velocity.

	D		ND	
RA-1	-0.034	ns	-0.141	ns
RA-2	-0.053	ns	-0.074	ns
RA-3	-0.099	ns	-0.134	ns
RA-4	-0.089	ns	-0.218	ns
EO	0.286	ns	0.249	ns
IO	0.204	ns	0.372	ns
TA	0.172	ns	0.194	ns
LA	0.340	ns	0.374	ns

D:dominant side, ND: non-dominant side.
RA: Rectus abdominis, EA: External oblique, IO: Internal oblique, TA: Transversus abdominis, LA: Lateral abdominal muscles.

4. 考察

1) 体幹筋の筋厚

本研究では超音波法を用いて、大学生野球投手と一般男子大学生の体幹筋（腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋）の筋厚を測定し、投球側と非投球側の比較を行った。その結果、大学生野球投手では非投球側の外腹斜筋、内腹斜筋が投球側に対して高い値を示した。また、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋の3筋の筋厚を合わせた側腹筋の筋厚も同様に非投球側が有意に高い値を示した。

投球動作中の体幹筋の筋活動については、外腹斜筋の筋活動は非投球側が先に起こり、ステップ足接地後には投球側が活動することが報告されている⁸⁾。外腹斜筋は内腹斜筋とともに体幹の捻転において大きなトルクを発生する筋であるが、外腹斜筋は反対側への回旋、内腹斜筋は同側への回旋に作用する^{14,15)}。このことから、投球動作の前半に見られる非投球側の外腹斜筋の筋活動は、投球方向と反対側への上胴の回旋を示す働きにつながるものと考えられる。Hirashimaら⁸⁾はこの外腹斜筋の筋活動について上胴が下胴とともに回旋し、目標の方を向くのを妨げるだけでなく、体幹における外腹斜筋以外の筋群を伸張し、力やエネルギーを弾性要素に蓄積することに貢献するものとしていっている。すなわち、非投球側に示される外腹斜筋の筋活動は、いわゆる「肩が開く」状態を防止するための活動であると考えられる。また、宮西⁴⁾は側腹筋など体幹の回旋筋群が踏み出し期後半から加速期において

エキセントリックからコンセントリック収縮となり、典型的なstretch-shortening cycle運動となってパワーを発揮している可能性を示している。こうした考えに基づけば、外腹斜筋に筋活動が示されるステップした足の接地前に伸張されているのは体幹を同側へ回旋させる作用を持つ内腹斜筋、腹横筋などと考えられる。中でも内腹斜筋は側腹筋を構成する3筋の中で約50%と最大の筋厚を示す筋である¹⁹⁾。筋厚が厚く、筋断面積の大きい内腹斜筋が伸張されることは、その後大きな張力発生、トルク発生をもたらす、ステップした足の接地後に見られる対側の外腹斜筋の筋活動と同時に体幹の回旋に作用することで、その効率を高めることに役立っていると考えられる。

本研究では上記のような役割を持つ非投球側の外腹斜筋、内腹斜筋が投球側よりも大きな筋厚を示したが、野球選手に見られる非投球側の側腹筋の発達については、これまでもいくつかの同様の報告が見られる。角田ら¹²⁾はMR法を用いて大学生野球投手8名を対象とした研究において投球側に対して非利き腕側の側腹筋群が有意に高い値を示すことを報告している（投球側 $27.6 \pm 4.5 \text{ cm}^2$ 、非投球側 $32.0 \pm 4.9 \text{ cm}^2$ ）。また、後藤ら¹³⁾は大学軟式野球選手16名を対象とした研究において側腹筋（同論文では外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋のことを「前腹筋」と呼んでいる）、腰方形筋、および全ての筋の筋横断面積の合計において非投球側の方が投球側よりも大きい値を示したことを報告している。また、野球投手と同様に上肢を一側優位に使用するテニス選手を対象とした研究においても、非利き腕側の腹直筋や内腹斜筋、外腹斜筋における筋厚の増大が報告されている¹⁴⁾。こうした非対称性が生じる理由として後藤ら¹³⁾は投球側方向へ捻転した後に非投球側方向に捻転する切り返し動作の際、非投球側の側腹筋に伸張性収縮が起こるため生じたトレーニングと同様の効果と推察している。一方、先行研究においても野球選手やテニス選手との比較のため設定されたコントロール群には腹直筋や側腹筋などの体幹筋の筋断面積や筋厚には差がないことが報告されている^{12,16)}。本研究においても一般男子大学生ではいずれの筋においても投球側と非投球側の間に筋厚の差は示されなかった。このことから、一方向への体幹の捻転動作を繰り返すタイプのスポーツでは、側腹筋に特異的な筋肥大が生じる可能性があることが示唆された。

2) 体幹筋の筋厚と投球速度の関係

本研究では腹筋群の筋厚と投球速度の関係について

も分析を行った。その結果、投球側、非投球側ともに腹直筋、側腹筋のいずれの筋厚との間にも投球速度との有意な相関は得られなかった。

投球速度を決定する要因を探ろうとする研究はこれまでも多く見られ、等尺性筋力や等速性筋力などの筋力要素、除脂肪量、筋量、筋厚などの形態要素と投球速度の関係に関する研究が見られる²⁰⁻²⁵⁾。筋力については肩関節の内旋筋力や外旋筋力、肘関節の屈曲筋力や伸張筋力、手関節掌屈筋力、母指示指間のピンチ力などの上肢機能に加え、非投球側の膝関節伸張筋力など下肢機能との間にも有意な相関が報告されているが²²⁻²⁵⁾、体幹機能に関するものは見られない。また、形態についても除脂肪量や上腕部、大腿部の筋量、さらに大腿部を大腿前部、大腿後部に区分した筋量と投球速度の間に有意な相関がみられることが報告されているが^{20,21)}、体幹部の筋厚や筋量との関係は明らかではない。勝亦らは腹直筋の筋厚から腹部の筋量指標（＝腹部筋厚×ウエスト×身長）を求め、同指標が投球速度と有意な相関を示すことを報告しているが、この指標が体幹のいずれの筋量を反映するのかは定かではなく、体幹の筋量と投球速度の関係は明らかにされていない。本研究では投球側、非投球側のいずれにおいても体幹部を構成する各筋の筋厚は投球速度との相関は見られなかった。体幹部、特に腹部は大腿部や殿部などに比べて筋量が少ない部位である。これまでに投球速度との相関が示された身体部位や機能は大腿部、胸・肩部、上腕部など身体の中でも筋量が多く、大きなトルク発揮が可能な部位が中心となっている。体幹部は下肢で生み出された力を上肢に伝える役割を果たす部位であるが、腹筋自体が大きなトルクを発生して投球速度を高めるものではないことから、投球速度との間に有意な相関が示されなかったものと考えられる。

5. 結論

本研究では、大学生野球投手にみられる体幹筋の筋形態特性を明らかにすることを目的とし、超音波法を用いて腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋と側腹筋（外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋の合計）の筋厚を測定し、投球側と非投球側の比較を行った。また、体幹筋の筋厚と投球速度との関係を検証した。

大学生野球投手の体幹筋の筋厚では外腹斜筋、内腹斜筋、側腹筋において非投球側において投球側よりも大きな値を示したが、一般男子大学生ではいずれの筋においても投球側と非投球側の筋厚の差は見られな

った。また、投球側、非投球側のいずれの筋においても投球速度との有意な相関は見られなかった。

以上のことより、大学生野球投手の外腹斜筋や内腹斜筋には投球動作を継続することによる特異的な発達が見られるが、これらの筋の筋厚は投球速度との相関を示すものではないことが示唆された。

引用文献

- 1) 森於菟,小川鼎三,大内弘,森富 (1950): 分担解剖学,第11版,金原出版,東京, pp.1-466.
- 2) 土橋恵秀,小山田良治,小田伸午 (2008): 野球選手なら知っておきたい「からだ」のこと. 大修館書店,東京,p50.
- 3) Atwater, A. E. (1979): Biomechanics of overarm throwing movements and throwing injuries. *Exerc Sports Sci Rev*,7: 43-85.
- 4) 宮西智久 (2009): 野球の投・打動作の体幹捻転研究—SSC理論に着目して—. *バイオメカニクス研究*, 13(3): 149-169.
- 5) 高橋圭三 (2005): 球速の異なる野球投手の動作のキネマテイクスの比較. *バイオメカニクス研究*, 9(2): 36-52.
- 6) 島田一志,阿江通良,藤井範久,結城匡啓,川村卓 (2000): 野球のピッチング動作における体幹および下肢の役割に関するバイオメカニクスの研究. *バイオメカニクス研究*,4(1): 47-60.
- 7) Watkins,R.G.,Dennis,S.,Dillin,W.H.,Schnebel,B.,Schneiderman,G.,Jobe,F. (1989) : Dynamic EMG analysis of torque transfer in professional baseball pitchers.*Spine*,14:404-408.
- 8) Hirashima, M., H. Kadota, Sakurai, S.,Kudo, K.,Ohtsuki, T.(2002):Sequential muscle activity and its functional role in the upper extremity and trunk during overarm throwing. *J Sports Sci*.20(4): 301-310.
- 9) 風井訥恭,熊本水頼,岡本勉,山下謙智,後藤幸弘,丸山宣武 (1976): 野球の投動作(オーバーハンドスロー)における上肢・上肢帯筋群の作用機序. *体育学研究*, 21(3):137-144.
- 10) 後藤幸弘,風井訥恭,岡本勉 (1979): ピッチャーの投げの筋電図的分析. *体育の科学*, 29(8) : 533-538.
- 11) 吉澤正尹,西島吉典,加藤達雄 (2001): 節電図から見た体幹筋の働き～投動作中の体幹筋の関わり～. *体育の科学*,51(6): 433-437.
- 12) 角田直也,田中重陽,石塚信行,青山利春,岡田雅次,西山一行(2003): 投動作パフォーマンスに及ぼす筋形態及び機能特性. *国士舘大学体育研究所報*,21: 135-140.
- 13) 後藤篤志,大川昌宏 (2005): 大学軟式野球選手における体幹筋の特徴に関する研究. *日本体育大学スポーツトレーニングセンター雑誌*, 2: 19-23.
- 14) 中村隆一,斎藤宏,長崎浩 (1976) 四肢と体幹の運動. *基礎運動学*,第6版,東京, 医歯薬出版,p.280.
- 15) 大久保雄,金岡恒治 (2009): 体幹の捻転動作の医学的基礎. *バイオメカニクス研究*,13(3):125-129.
- 16) 金子秀雄,佐藤広徳,丸山仁司 (2005): 超音波診断装置を用いた側腹筋厚測定の信頼性. *理学療法学*,20(3):197-201.
- 17) 金子秀雄,佐藤広徳,丸山仁司 (2006): 姿勢が側腹筋厚に及ぼす影響. *理学療法学*,21(3):255-259.
- 18) 久保田潤,奥村幸治,鳥居俊,福林徹 (2009): 大学テニス選手における腹筋群の形態的特徴. *日本臨床スポーツ医学会誌*,17(1),30-34.
- 19) 河上敬介, 小林邦彦編 (1998): 頸部と体幹の前面の筋. *骨格筋の形と触診法*,東京,大峰閣,pp.135-141.
- 20) 勝亦陽一,長谷川伸,川上泰雄,福永哲夫 (2006): 投球速度と筋力および筋量の関係. *スポーツ科学研究*,3: 1-7.
- 21) 勝亦陽一,高井洋平,太田めぐみ,佐久間潤,川上泰雄,福永哲夫 (2007): 大学野球選手にみられる筋量および筋量分布の特徴が投球スピードに与える影響. *スポーツ科学研究*,4: 75-84.
- 22) 鈴木智人,高原政利 (2008): 野球選手の筋力とパフォーマンスに関する研究-上肢筋力と投球能力との関係-. *日本整形外科スポーツ医学会雑誌*,28(2): 185-190.
- 23) Bartrett, L., R., M. D. Storey, Simons,B.D. (1989) : Measurement of upper extremity torque production and its relationship to throwing speed in the competitive athlete. *Am J Sports Med* 17(1): 89-91.
- 24) Pedegana L.R, Elsner,R.C., Roberts,D., Lang,J., Farewell.V (1982):The relationship of upper extremity strength to throwing speed. *Am J Sports Med*. 10(6):352-354.
- 25) Pawlowski,D., Perrin,D.H. (1989):Relationship between shoulder and elbow isokinetic peak torque, torque acceleration energy, average

power, and total work and throwing velocity
in intercollegiate pitchers. *Athletic
Training*,24:129-132.