

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：32712

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K17845

研究課題名(和文) 打撃動作における体幹及び下肢の運動メカニズムとそれに貢献する筋の解明

研究課題名(英文) Lower limbs and trunk muscularity and its relation to hitting motion mechanics

研究代表者

谷中 拓哉 (YANAKA, TAKUYA)

横浜商科大学・商学部・講師

研究者番号：00781262

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：野球の打撃ではスイング速度が重要であり、これを向上させるために打撃中に各関節で発揮される力や筋の大きさについてそれぞれ検討がなされてきた。本研究では下肢や体幹に着目し、打撃中の力と筋の大きさを関連づけて検討した。その結果、体幹や下肢の筋が大きい打者ほどスイング速度が大きいことが明らかとなった。また、股関節周りの筋が大きい打者ほど、股関節で発揮される力が大きかった。一方で、体幹部では筋の大きさと関節が発揮する力に関連が見られなかった。これらにより打撃において、スイング速度向上のために筋が大きい事が重要であるが、体幹部では筋の大きさが発揮する力の大きさに影響を及ぼさないことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでの研究では、打撃中に発揮される力や打者の筋の大きさについてそれぞれ検討がなされてきた。各関節で発揮される力は筋の大きさの影響を受けるため、両者を同時に検討する必要があると考えられる。本研究は打撃動作を対象とした筋の大きさと発揮される力の関連を調べた初めてのものであり、今後の打撃分析において別の部位についても発展性があるものである。また、今回得られた知見は、野球の指導現場やトレーニング現場で活用することができるとともに他の打撃を行うスポーツにとっても有用な情報となるため、社会的意義の高いものである。

研究成果の概要(英文)：Swing speed is important in baseball hitting, and in order to improve this, the force exerted at each joint and the size of the muscles during hitting have each been examined. In this study, we focused on the lower limbs and trunk and examined the relationship between force and muscle size during hitting. The results showed that hitters with larger trunk and lower limb muscles had greater swing velocity. In addition, the greater the muscle size around the hip joint, the greater the force exerted at the hip joint. On the other hand, there was no relationship between muscle size and the force exerted by the joints in the trunk. These results suggest that, in hitting, large muscle size is important for improving swing speed, but in the trunk, muscle size has no effect on the amount of force exerted.

研究分野：スポーツ科学(バイオメカニクス)

キーワード：野球 スイングスピード 関節トルク 筋横断面積 地面反力

1. 研究開始当初の背景

野球の打撃ではヒットやホームランといった鋭い打球を放つために、ボールとのインパクトまでにできるだけバットを加速させ、大きな速度を獲得することを打者は心掛ける。打撃動作では、打者の両足によって地面に作用させる力の反作用が偶力のように打者の身体に作用することで身体が回転する(Ae et al. 2017)。打撃における下肢や体幹の役割にそれぞれ着目すると、下肢では股関節が主に力学的エネルギーの発生源であり、体幹部は力学的エネルギーの伝達部位であるとされている(堀内ら 2017)。これらより、体幹部や股関節で発揮されるトルクはスイング速度を高めるうえで非常に重要であると考えられる。

各関節で発揮される力は筋が収縮することによって生じるため、筋が発揮する力はその筋の大きさに比例する。除脂肪量が大きい打者ほどスイング速度が速いこと(笠原ら 2012)が報告されており、野球の打撃において筋量の重要性が示されている。打者を対象とした筋量の測定は、筋厚といった1次元的な評価(Tsuchikane et al. 2017)しか行われておらず、これらは筋の形状や測定部位が考慮されないため、正確に筋の大きさを評価できているかは疑問である。

また、上記のように筋が大きければ各関節によって発揮される力が大きいとされているが、実際の打撃中に関節で発揮される力の大きさと筋の大きさについて着目した研究はみられていない。打撃中の関節トルクと筋の大きさの関係を示すことができれば、肥大させるべき筋とそうでない筋を示すことが可能となり、より効率的なトレーニング指針を得ることができるものと考えられる。

2. 研究の目的

本研究では野球の打撃を対象として、体幹部と下肢の筋の大きさと関節で発揮される力との関連を明らかにすることを目的とした。これらを明らかにすることによって、スイング速度向上のための効果的なトレーニングを示すことができるものと考えられる。上記の目的を達成するために 野球打者の体幹や下肢における筋形態の特徴および 打撃動作中に体幹や股関節が発揮する力(関節トルク)と筋の大きさとの関係をについてそれぞれ検討した。

3. 研究の方法

(1) スイングスピードと筋の大きさとの関係

打撃データの収集

大学野球選手およびプロ野球選手、計26名を対象にトス打撃を行なわせた。トス打撃では前方約5mの位置から検者が硬式ボールを下手投げで投げ、対象者はそれをセンター方向へ全力で打撃をした。バットヘッドおよびグリップエンドに反射マーカを貼付し、打撃中のバットの3次元運動をモーションキャプチャシステム(VICON、Vicon Motion Systems社製)を用いて500Hz計測した。計測されたバットの3次元座標からバットヘッド速度を算出し、ボールとバットのインパクト直前の速度をスイング速度として抽出した。

筋横断面積の測定

MRI 装置(MAGNETOM Skyra、シーメンス社製)の中に対象者を伏臥位の状態で用いて体幹部、臀部および大腿部の身体横断画像を取得した。得られた身体横断画像から左右各筋の筋横断面積を算出した。撮像部位は体幹部が骨盤上端直上部、臀部が最大殿囲の位置、大腿部が大腿骨の長さを基準に近位部(30%)、中間部(50%)、遠位部(70%)であった。対象となった筋は、腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腰方形筋、大腰筋、脊柱起立筋、大殿筋、大腿四頭筋、内転筋、ハムストリングスであった。また、各筋の横断面積を体重の 2/3 乗で除することで正規化をした。

統計分析

スイング速度と各筋の筋横断面積および正規化した筋横断面積との関係を pearson の積率相関係数を用いて調べた。また、スイング速度を従属変数、関連の見られた筋の横断面積を従属変数として重回帰分析を行なった。なおいずれの検定においても有意水準は 5%とした。

(2)筋の大きさと関節トルクとの関係

関節トルクの算出と筋横断面積の測定

大学野球選手およびプロ野球選手、計 27 名を対象に実験 1 と同様にトス打撃を行なわせた。対象者の身体およびバットに反射マーカを貼付し、打撃動作の 3 次元座標値をモーションキャプチャシステム(VICON、Vicon Motion Systems 社製)にて取得した。また、打撃動作中の両足に作用する地面反力を測定するために、2 台の埋設型フォースプレートを用いた。フォースプレートのサンプリング周波数は 1000Hz であり、モーションキャプチャシステムと同期してデータが収集された。得られた 3 次元座標および地面反力から逆動力学演算を行ない、股関節における関節トルクを算出した。踏出し脚接地からバットとボールのインパクトまでを分析区間とし、分析区間内での股関節トルクの最大値を抽出した。筋横断面積は(1)- と同様の方法で測定した。なお、体幹部および臀部について(1)- と同じ筋を対象とし、大腿部については、大腿骨の中間位で大腿直筋、外側広筋、内側広筋、中間広筋、大腿二頭筋、半腱様筋、半膜様筋、大内転筋、長内転筋の横断面積を算出した。

統計分析

スイング速度と股関節の関節トルクとの関係および関節トルクとその関節トルクの発揮に貢献する筋の横断面積との関係を pearson の積率相関係数を用いて調査した。

4. 研究成果

(1)スイング速度と有意な正の相関関係がみられた筋は、左右の腹直筋、内腹斜筋、大腰筋、脊柱起立筋、大腿四頭筋 30%部位、50%部位、70%部位、ハムストリングス 50%部位、70%部位、内転筋 30%部位、大殿筋であった。また、外腹斜筋は踏み出し脚側のみで正の相関関係がみられた(表)。体重によって正規化した筋の大きさとスイング速度の関係は、左右の内腹斜筋、軸脚側の脊柱起立筋、左右のハムストリングス 70%部位、軸足側の大腿四頭筋 30%部位、50%部位であった(表)。筋横断面積の絶対値とスイング速度の関係では、ほとんどの筋において筋が大きい打者ほどスイング速度が大きかった。

体幹部の筋は主に胸郭と骨盤の姿勢維持やバットの遠心力に対するために筋が発達したものと考えられる。一方で下肢の筋では力学的エネルギーを発生させるために大きな筋を有する打者の方がスイング速度が速かったものと考えられる。

(2)股関節の屈伸トルクが発揮されることで地面に偶力のように力を作用させて全身の回転を生じさせているものと考えられる。踏出し脚の股関節屈曲トルク(-113.9±62.6 Nm)と大腿直筋(11.7±2.1cm², r=0.58)および大腰筋(16.8±2.8cm², r=0.60)の筋横断面積に関連がみられた(図2)。一方で軸足の股関節伸展トルク(202.0±40.8Nm)と大殿筋(66.7±11.0cm², r=0.68)、大腿二頭筋長頭(14.2±3.3cm², r=0.58)、半膜様筋(13.6±3.3cm², r=0.59)において有意な関係がみられた(図3)。体幹部に着目すると、インパクトに向けて体幹部の捻転トルクが発揮されていた(-242.0±93.4Nm)。この捻転トルクを発生させ得るのは、踏出脚側の内腹斜筋および軸足側の外腹斜筋であるが、それぞれの筋において関節トルクと関連がみられなかった(踏出し脚内腹斜筋: 14.8±3.4cm², r=-0.26、軸脚外腹斜筋: 13.2±2.1cm², r=-0.28)。これらの結果は股関節においては、筋の大きさが発揮される関節トルクの大きさに影響を及ぼすものであるが、体幹部については筋の大きさと発揮される関節トルクが必ずしも直結しないことを示唆するものである。

本研究では野球の打者を対象として筋の大きさと関節トルクを関連付けてスイング速度向上のための知見を得ることを目的とした。その結果、下肢や体幹部の筋が大きい打者ほどスイング速度が速かった。一方で、股関節の運動に関与する筋が大きいほど打撃中に大きな関節トルクが発揮されていたものの、体幹部については筋が大きくても関節トルクとの間には関連がみられなかった。これらは、打撃において股関節では力学的エネルギーの発生、体幹部では姿勢維持や力学的エネルギーの伝達というようにそれぞれでの役割が異なることから、筋の大きさと発揮される力との関係も異なると考えられる。今後は発揮される関節トルクの経時変化との関係

表 筋横断面積とスイング速度との関係

	Side	CSA (cm ²)			CSA/BW ^{2/3} (cm ² /kg ^{2/3})			
		Mean	± SD	r	Mean	± SD	r	
腹直筋	軸	7.8	± 1.7	0.49 *	0.43	± 0.08	0.32	
	踏	7.6	± 1.5	0.55 *	0.41	± 0.07	0.36	
外腹斜筋	軸	14.8	± 2.3	0.37	0.80	± 0.11	0.08	
	踏	14.0	± 1.9	0.45 *	0.76	± 0.08	0.13	
内腹斜筋	軸	15.8	± 4.3	0.61 *	0.85	± 0.19	0.52 *	
	踏	16.3	± 3.6	0.63 *	0.89	± 0.15	0.51 *	
大腰筋	軸	20.0	± 2.9	0.56 *	1.09	± 0.13	0.30	
	踏	20.0	± 2.7	0.44 *	1.09	± 0.13	0.10	
脊柱起立筋	軸	28.1	± 4.5	0.62 *	1.53	± 0.19	0.40 *	
	踏	28.0	± 4.0	0.57 *	1.52	± 0.18	0.27	
腰方形筋	軸	8.5	± 1.9	0.38	0.46	± 0.10	0.18	
	踏	8.2	± 1.4	0.28	0.45	± 0.08	0.02	
大殿筋	軸	74.1	± 9.7	0.46 *	4.03	± 0.43	0.12	
	踏	74.6	± 8.5	0.46 *	4.06	± 0.40	0.06	
大腿四頭筋	30	軸	87.2	± 10.8	0.67 *	4.74	± 0.38	0.44 *
		踏	86.9	± 9.4	0.60 *	4.73	± 0.34	0.24
	50	軸	94.3	± 10.4	0.71 *	5.13	± 0.32	0.47 *
		踏	94.5	± 9.9	0.63 *	5.14	± 0.37	0.26
	70	軸	72.2	± 8.7	0.60 *	3.93	± 0.36	0.26
		踏	73.2	± 8.2	0.52 *	3.99	± 0.36	0.12
ハムストリングス	30	軸	12.4	± 2.7	0.34	0.67	± 0.13	0.15
		踏	12.8	± 2.2	0.26	0.70	± 0.12	-0.01
	50	軸	41.1	± 6.3	0.46 *	2.23	± 0.27	0.20
		踏	40.2	± 6.3	0.46 *	2.18	± 0.25	0.22
	70	軸	44.0	± 7.9	0.65 *	2.38	± 0.30	0.52 *
		踏	44.2	± 6.8	0.62 *	2.40	± 0.25	0.42 *
内転筋	30	軸	75.6	± 8.5	0.51 *	4.11	± 0.32	0.12
		踏	76.4	± 8.4	0.49 *	4.16	± 0.32	0.09
	50	軸	42.4	± 7.0	0.35	2.31	± 0.32	0.04
		踏	42.4	± 7.0	0.22	2.31	± 0.34	-0.04
	70	軸	2.9	± 2.8	-0.10	0.16	± 0.16	-0.15
		踏	2.6	± 2.2	-0.02	0.14	± 0.12	-0.07

* p < 0.05

や上肢における筋の大きさや上肢関節で発揮される力との関係を検討していく必要がある。

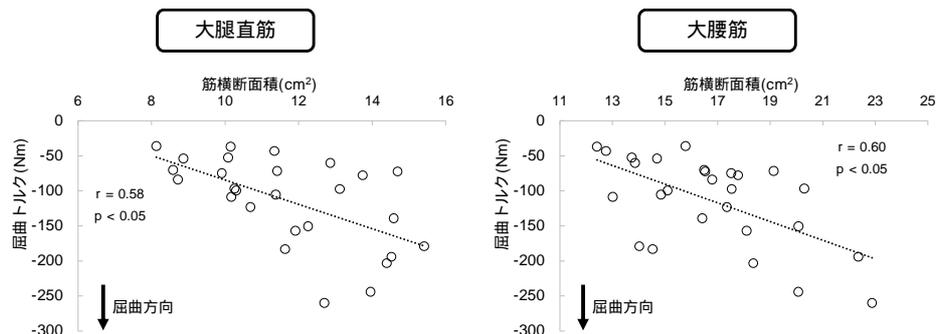


図2 踏出し脚の股関節屈曲トルクと筋横断面積の関係

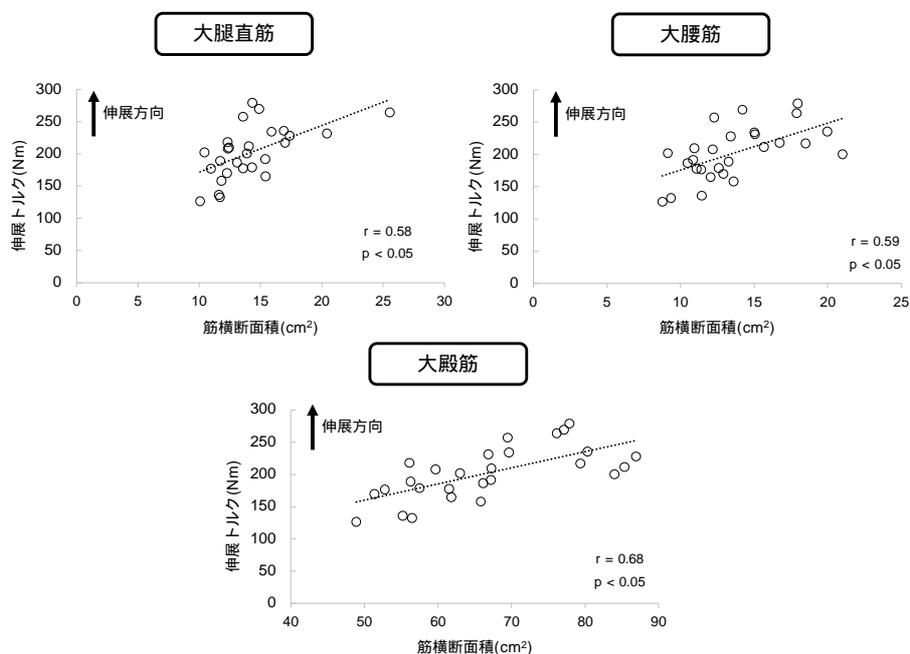


図3 軸脚の股関節伸展トルクと筋横断面積の関係

< 引用文献 >

- 1) Ae K et al .Kinematic analysis of the lower limbs in baseball tee batting .Sports biomechanics . 2017 ; 16(3) : 283-296
- 2) 堀内元ら .野球のバッティングにおける下肢および体幹の力学的エネルギーの流れ .体育学研究 . 2017 ; 62 : 575-586
- 3) 笠原政志ら . 大学野球選手のバットスイングスピードに影響を及ぼす因子 . Strength & Conditioning Journal . 2012 ; 19(6) : 14-18
- 4) 長谷川伸 , 船津京太郎 .投動作 ,打動作を伴う競技者の筋厚における一側優位性 .体力科学 . 2013 ; 62(3) : 227-235
- 5) Tsuchikane R et al. Relationships between bat swing speed and muscle thickness and asymmetry in collegiate baseball players . Sports . 2017 ; 5(2) : 33

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 谷中拓哉 森下義隆	4. 巻 32
2. 論文標題 野球打者の下肢および体幹部の筋横断面積とスイングスピードとの関係	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 トレーニング科学	6. 最初と最後の頁 223-232
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 谷中拓哉、森下義隆、高橋英幸
2. 発表標題 野球選手における投打の回旋方向が体幹部の筋横断面積に及ぼす影響
3. 学会等名 第70回日本体育学会大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	森下 義隆 (Morishita Yoshitaka) (50549483)	新潟医療福祉大学・健康科学部健康スポーツ学科・講師 (33111)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------