

## 体幹の筋出力発揮特性とスポーツ競技力

### Force production capacity in trunk muscles reflects to the athletic performance.

角田直也\*, 熊川大介\*\*, 田中重陽\*  
岡田雅次\*\*\*, 青山利春\*\*\*

Naoya TSUNODA \*, Daisuke KUMAGAWA \*\*, Shigeharu TANAKA \*\*\*  
Masaji OKADA \*\*\* and Toshiharu AOYAMA \*\*\*

#### I. プロジェクト課題と研究概要

##### 1. プロジェクト課題:

スポーツ活動における骨格筋の形態及び機能的特性の影響を探る

##### 2. プロジェクト研究概要:

本プロジェクトではスポーツ競技力に及ぼす骨格筋の形態的発育と機能発達に関わりについて、1) 体幹における筋力発揮特性とスポーツ競技力との関係、2) 発育・発達がスポーツパフォーマンスに及ぼす影響、から検討した。即ち、1) の課題では、スポーツ競技選手の体幹の筋出力発揮特性が競技力にどのように関わっているかに関して検討した。また、2) の課題については思春期、即ち第二次性徴期、とその前後の年齢における筋形態発育と投げる、蹴る及び滑る等の運動能力の発達との関連性について数年間に亘り継続的に検討しており、本年度も国内外の学会等でその成果を報告している。

そこで、本報では、1) の研究課題について報告する。

#### II. プロジェクトの研究成果概要

##### I. スポーツ選手の体幹回旋運動における筋力発揮特性

##### 1. 緒言

これまでに、スポーツ選手の体肢における筋出力は競技種目特有の筋出力特性を生じ、その競技パフォーマンスに影響することが多くの報告<sup>6) 9) 10)</sup>から明らかにされている。一方、体幹は身体構造の中心に位置し、その主たる運動としては、屈曲、伸展、回旋、側屈及び挙上等が挙げられ、ヒトの身体運動やスポーツ競技において大変重要な役割を果たす機能であることが考えられる。体幹回旋運動についてTimm et al<sup>7)</sup>は、等速性による体幹回旋トルクは左右で同程度であることを指摘している。さらにKumar<sup>2) 3)</sup>により、体幹回旋運動時における体幹筋群の活動様相が明らかにされている。このように、一般成人男女を対象とした体幹筋群の機能的特徴を明らかにした報告は多く見られる。

しかしながら、スポーツ選手における体幹筋群の機能的な特徴についての検討は少なく、かつ競技パフォーマンスとの関係について明らかにした

\* 国士舘大学体育学部身体運動学教室 (Lab. of Biodynamics and Human Performance, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

\*\* 国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科院生 (Graduate school of Sport System, Kokushikan University)

\*\*\* 国士舘大学体育学部陸上競技研究室 (Lab. of track and field, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

報告は極めて少ない。

そこで本研究では、男子スポーツ選手における体幹の回旋筋力発揮特性と種目差について検討し、競技成績との関係を明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

### 1) 被検者

被検者は、大学準硬式野球部に所属する男子野球選手27名 (Baseball group : BG)、大学陸上競技部に所属する男子槍投げ選手 8 名 (Javelin group : JG) 及び一般成人男性10名 (Control group : CG) とした。Table 1には、被検者の年齢及び身体的特性を群毎に平均値と標準偏差値で示した。

なお、各被検者には、本研究の目的、測定内容及びその安全性について十分説明し、全被検者から測定参加への任意による同意を得た。

### 2) 形態計測

全被検者の身長を身長計により計測し、体重及び除脂肪体重 (FFM) は身体組成測定装置 (TANITA社製) を用いて計測した。

### 3) 体幹回旋筋力の測定

筋出力は、Biodex System IIIのトーソローテーションテストを用いて、単発的体幹回旋動作における等尺性及び等速性ピークトルク (以下PT) を測定した。測定姿勢は椅座位で行い、非利き手

方向への回旋運動 (Dominant rotation : DR) 及び利き手方向への回旋運動 (Non-dominant rotation : NDR) 時の最大トルクをそれぞれ全被検者について測定した。

等尺性収縮による随意最大筋力 (以下0deg/sec) の測定は、各被検者が正面を向いた状態 (0deg) でDR及びNDRの各方向へ7秒間ずつ、最大努力による筋力発揮を行わせた。各試行回数は3回であり、その中で最も高い値を代表値として採用した。なお、試行間の休息時間は60秒以上であった。一方、等速性収縮による筋出力の測定は、4種類の運動速度 (60, 120, 180及び240deg/sec) で行なった。体幹回旋運動時における可動範囲は、DR及びNDR側とも60度に設定し、連続的な回旋運動を行なわせた。各速度における試行回数は3回とし、最も高い値をその速度での個人の代表値とした。

また、得られたPT値より、等尺性PTに対する等速性PTの比率 (以下PT比率) をそれぞれ算出した。

### 4) 統計処理

各測定項目の値はすべて平均値±標準偏差値で示した。また、測定項目における群間差は student t-testを用いて検定し、速度間差及び左右差の検定はpaired t-testを用いて実施した。また、PT値と競技成績との関係は相関分析により検討し、ピアソンの相関係数を求めた。いずれも、危険率は5%未満 (p<0.05) を有意水準とした。

Table 1. Age and physical characteristics of each groups.

Group	n	Age (yrs)	Body height (cm)	Body mass (kg)
BG	27	19.6±1.3	172.8±6.1	69.0±7.3
JG	8	20.3±1.9	178.1±2.9	76.3±6.8
CG	10	22.7±1.0	172.8±7.2	67.0±11.3

Values are mean ± SD.

BG Baseball group  
JG Javelin group  
CG Control group

## 3. 結果と論議

Fig. 1は、CGとBG及びJGのPT値を角速度別に示したものである。NDRにおけるPT値は、全ての運動速度でBG及びJGが、CGよりも有意に高い値を示した。また、DRにおいても同様の傾向がみられ、すべての運動速度においてJGが最も高い値を示し、CGが最も低い値を示した。即ち、野球

や槍投げ競技といった投動作を伴うスポーツ選手は、体幹回旋運動において利き手及び非利き手側にかかわらず筋力発揮能力に優れており、特に槍投げ選手では高い筋出力を有することが考えられる。このような競技種目によって筋力値に差が生ずる主な要因として、活動筋の量（筋断面積）が考えられており、スポーツ競技種目別に比較検討した角田ら<sup>6)</sup>の報告において明らかにされている。また、スポーツ選手の形態的特徴について検討し

たMalina et al<sup>8)</sup>は投擲選手の場合、他のスポーツ選手に比べて身長及び体重が大きく、かつ筋量が多いことを指摘している。これらの知見から、本研究における筋出力の差が認められた要因の一つとして、体幹筋群の形態的発達度合いによるものと推察される。

回旋運動におけるPTを角速度間及び左右間で比較したものがTable 2である。BG及びJGは、運動速度の増大に伴ってPTが減少する傾向を示し

たが、180deg/secの角速度では各群ともPTの低下が認められなかった。CG、BG及びJGにおけるPTを左右で比較すると、等尺性及び等速性運動のいずれの運動速度においても有意な差異は認められなかった。Timm et al<sup>7)</sup>は、一般男性の体幹回旋トルクは左右で同程度であることを明らかにしている。また、菅田ら<sup>5)</sup>は、異なる種目のスポーツ選手の等速性による体幹の回旋時における筋力についても、左右間に有意な差異は認められなかったことを報告している。本研究の結果は、槍投げ選手や野球選手といった、ある一定方向への力強い回旋動作を繰り返すことが考えられるスポーツ競技

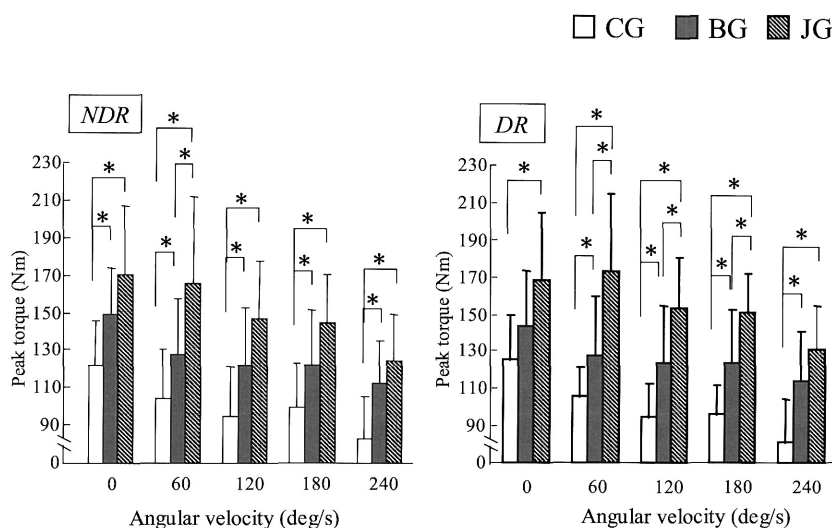


Fig.1. Comparisons of peak torque values during torso rotation movement among the three groups in NDR and DR. (\* : significant different, p<0.05)

Table 2. Comparisons of peak torque values during torso rotation movement with isometric and isokinetic actions in each groups. (\* : significant different, p<0.05)

Velocity (deg/s)	CG		BG		JG	
	NDR	DR	NDR	DR	NDR	DR
0	128.3±22.1	131.9±22.0	148.9±25.2	143.1±29.0	170.8±36.1	166.5±35.4
60	116.1±24.9	117.6±17.0	128.1±29.0	127.2±31.3	165.9±46.1	171.6±42.0
120	105.7±24.9	106.7±17.9	122.2±31.2	123.2±30.0	147.2±30.7	153.0±26.4
180	105.8±22.3	104.6±16.6	122.0±29.7	123.0±28.8	144.9±26.3	150.1±21.1
240	90.4±23.5	91.3±24.7	112.5±23.0	114.0±25.2	125.1±24.3	131.1±22.8

CG : Control group  
 BG : Baseball group  
 JG : Javelin group  
 NDR : Non-dominant rotation  
 DR : Dominant rotation

Values are mean ±SD.

選手についても、等尺性及び等速性の両運動ともに左右の筋力発揮は同程度であることを意味するものである。さらにTable 3には、DR及びNDRの各運動速度におけるPT比率を示した。NDRの各運動速度においてPT比率の群間比較を行った結果、有意な差異が認められたのは60deg/secのBGとJG間のみであり、その他の速度では3群ともほぼ同様の値を示した。一方、DRではJGが最も高く、次いでBG、CGの順に低い値を示し、240deg/secを除く全ての運動速度において、JGは

CGに比して有意に高い値を示した。投動作や野球のバッティング動作は、非利き手方向への回旋運動を伴うことが考えられるが、本研究の結果から、DRを長期間にわたり経験しているスポーツ選手における非利き手側への回旋筋力は、運動速度の増大に伴うPTの低下が少ないことが考えられる。

Table 4には、槍投げ選手の競技記録と体幹回旋PTとの関係を運動速度別に示した。NDR及びDR時におけるPTと槍投げの競技記録との間には、

Table 3. Comparisons of isokinetic to isometric ratio rotation movement in each groups. (\* : significant different, p<0.05)

		isokinetic to isometric ratio			
motion	group	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	240deg/sec
NDR	CG	90.8±19.6	81.7±14.6	82.7±13.8	70.4±17.5
	BG	85.8±11.3	81.5±13.7	81.5±12.9	75.7±10.7
	JG	96.5±12.2	86.5±6.7	85.5±6.2	73.8±7.0
DR	CG	90.1±14.6	80.9±11.6	79.4±12.0	68.3±18.5
	BG	89.4±15.6	86.0±11.3	85.7±9.0	79.9±10.1
	JG	102.9±10.9	93.8±16.1	92.1±13.8	80.3±12.9

Values are mean ±S.D

NDR Non-dominant rotation CG Control group  
DR Dominant rotation BG Baseball group  
JG Javelin group

は、いずれの運動速度においても有意な相関関係が認められた。KomiとMero<sup>4)</sup>によると、槍投げの競技記録に大きな影響を及ぼす因子としてはリリース時の初速であるという。また、植屋ら<sup>1)</sup>は、投擲種目のパフォーマンスは、下肢の筋群によって発生した速度が、上肢まで順序だてられて加算されることを指摘している。即ち、槍投げ競技において、投動作開始からリリースに至るまでの体幹の役割の一つとしては、速度あるいはパワーの加算が考えられる。本研究での、体幹の回旋筋力と槍投げの競技記録に有意な相関関係が得られたことは、その指摘を指示するものであ

Table 4. Correlation coefficients between peak torque values of trunk rotation movements and athletic performance in javelin throwers (\*\* : significant level, p<0.05).

Velocity	Correlation coefficients	
	NDR	DR
0deg/s	r = 0.850** (y = 0.137x + 38.71)	r = 0.814** (y = 0.133x + 39.83)
60deg/s	r = 0.914** (y = 0.115x + 42.97)	r = 0.871** (y = 0.120x + 41.39)
120deg/s	r = 0.877** (y = 0.165x + 37.70)	r = 0.719** (y = 0.158x + 37.88)
180deg/s	r = 0.912** (y = 0.201x + 32.96)	r = 0.768** (y = 0.211x + 30.33)
240deg/s	r = 0.964** (y = 0.230x + 33.23)	r = 0.736** (y = 0.187x + 37.53)

NDR Non-dominant rotation  
DR Dominant rotation

り、かつ体幹の回旋運動における筋出力発揮特性の重要性を示唆するものといえよう。

#### 4. 要約

本研究では、男子スポーツ選手における体幹回旋運動の筋力発揮特性と競技種目差について明らかにし、競技成績との関係について検討した。

その結果、次の様なことが明らかになった。

- 1) 体幹の回旋運動におけるにおけるピークトルク値は、回旋方向に関わらず全ての運動速度で野球選手及び槍投げ選手が、一般男性よりも高い値を示した。
- 2) スポーツ選手における体幹回旋運動のピークトルク値は、等尺性及び等速性の両運動とも左右差は認められなかった。
- 3) スポーツ選手の非利き手側への回旋筋力は、運動速度の増大に伴うPTの低下が少ないことが明らかとなった。
- 4) 体幹回旋筋力は槍投げ競技成績に影響を及ぼすことが明らかとなった。

本研究は、国士舘大学体育学部附属体育学研究所の2004年度研究助成によって実施した。

#### 引用・参考文献

- 1) 植屋清見, 西藤宏司, 斎藤慎一 (1983) 回転式砲丸投げの技術分析的研究, 身体運動学 V, 杏林書院: 214-221
- 2) Shrawan Kumar (1997) Axial rotation strength in seated neutral and prerotated postures of young adults, SPINE: 22(19) 2213-2221.
- 3) Shrawan Kumar, Yogesh narayan, Doug Garand (2002) Electromyography of trunk muscles in isometric graded axial rotation, J Electromyogr Kinesiol: 12 317-328.
- 4) Komi P.V, A.Mero (1978) Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women, Med. Sci. Sports: 10 261-265.
- 5) 菅田真理, 長谷川健, 宮館実能留, 登坂一晴, 清田寛, 大和真, 中野昭一 (2001) 体幹の等速性筋力に関する基礎的研究—スポーツ種目別における体幹の回旋筋力の検討—, 日本体育大学体育研究所雑誌: 25 149-156.
- 6) 角田直也, 金久博昭, 福永哲夫, 近藤正勝, 池川繁樹 (1986) 大腿四頭筋断面積における各種競技選手の特性, 体力科学: 35 192-199.
- 7) Kent E. Timm (1991) Management of the chronic low-back pain patient: A retrospective analysis of different treatment approaches, Isokinet exerc Sci: 1(1) 44-48.
- 8) Malina R. M, A. B. Harper, H. H. Avent D. E. Campbell (1971) Physique of female track and field athletes, Med. Sci. Sports: 3 32-38.
- 9) 金久博昭, 福永哲夫, 池川繁樹, 角田直也 (1986) スポーツ選手の単位筋断面積当たりの脚伸展力, J J Sports Sci: 5 409-413.
- 10) Kanehisa H, Nemoto I, Okuyama H, Ikegawa S, Fukunaga T (1996) Force generation capacity of knee extensor muscles in speed skaters, Eur J Appl Physiol: 73 544-551.