

## 陸上競技男女トラック種目の等速性筋力の特徴

石井隆士\*・日隈広至\*・水野増彦\*・菅原 勲\*・登坂一晴\*\*  
宮舘美能留\*\*・松田竜太郎\*\*・細谷治朗\*\*\*\*・岸田謙二\*\*\*\*\*  
渡邊文雄\*\*\*\*\*・古泉一久\*\*\*\*\*・長谷川 健\*\*\*  
清田 寛\*\*\*・大和 眞\*\*\*

(平成 10 年 5 月 18 日受付, 平成 10 年 8 月 24 日受理)

## A Study on Muscle Contractile Characteristics by Using a Cybex 6000 of Male and Female Track Events in Track and Field

Takashi ISHII, Hiroyoshi HIGUMA, Masuhiko MIZUNO, Isao SUGAWARA,  
Kazuharu TOSAKA, Minoru MIYADATE, Ryutarō MATSUDA,  
Jiro HOSOTANI, Kenji KISHIDA, Fumio WATANABE,  
Kazuhisa KOIZUMI, Takeshi HASEGAWA, Hiroshi KIYOTA  
and Makoto YAMATO

The purpose of this study was to determine the relationship between peak torque of the knee exercise (extension and flexion) and various angular velocity in 24 male (sprinter; 8, middle-distance runner; 7, long-distance runner; 9, aged 19 to 22) and 18 female (sprinter; 5, middle-distance runner; 5, long-distance runner; 8, aged 19 to 22) track events in track and field. All subjects had a negative history of significant injury to the knee, defined as an injury requiring medical intervention.

Subjects were measured to using Cybex 6000 isokinetic dynamometer (CYBEX MEDICAL, A Division of HENLEY HEALTHCARE, Inc. New), and the range of motion of knee extension to flexion was from 90 degrees to 180 degrees, and various angular velocity used 0, 60, 180, 300, 400, 500 deg/sec or 0, 1.05, 3.14, 5.24, 6.99, 8.73 rad/sec.

The results can be summarized as follows:

1. As for peak torque in various angular velocity at knee extension and flexion, male events showed a high level than female track events.
2. As for peak torque/body weight in various angular velocity at the knee extension and flexion, male events showed a high value than female track events.
3. As for relative peak torque in various angular velocity at knee extension and flexion, the difference of peak torque in male and female events was not observed.
4. As for knee flexion/extension ratio in various angular velocity, the difference of peak torque in male and female events was not observed. Furthermore, relation knee flexion/extension and angular velocity was showing each the value becomes high value, as angular velocity becomes fast in each item.

Therefore, the difference of muscle contractile characteristic by gender and track events was observed, in the case that we considered male and female track events in track and field.

**Key words:** Male and female, Track events in track and field, Isokinetic muscular strength

キーワード: 男女, 陸上競技トラック種目, 等速性筋力

---

\* 運動方法(陸上)研究室, \*\* 体育研究所, \*\*\* 発育発達研究室, \*\*\*\* トレーニング方法研究室,  
\*\*\*\*\* スポーツトレーニングセンター, \*\*\*\*\* 湘南工科大学, \*\*\*\*\* 東京栄養専門学校

## I. 緒 言

陸上競技は、人間が本来もっている基本的動作、基本的運動能力を定められたルールのもとで競い合うスポーツの一形態として位置づけられており、身体運動の基本的な要素を多く含んでいることから、この競技に関する報告も数多くなされている。陸上競技の種目には、トラック競技、フィールド競技、道路競技、競歩およびクロスカントリー競走があり、これらの種目に関する走行中の技術的な研究<sup>1, 14, 15, 17~21</sup>) や運動生理学的な研究<sup>12, 22</sup>) なども多く報告されている。そこで、これらの中のトラック競技を走運動として捉えてみた場合、この運動は身体の臓器・器官の生理機能が協調しながら調節され、神経-筋の調節を受けながら関節を中心として運動が行われていることについては周知のとおりである。しかし、神経-筋の調節を中心とした身体の制御機構については、現在においても十分な解明がなされておらず、興味もたれるところであり、中でも骨格筋は、運動の種類や運動の条件(強度、時間、頻度)により、さまざまに適応することはいうまでもない。そこで、大西ら<sup>22</sup>) は、基礎的な研究と実践的な研究の連携により、本学における陸上競技選手の記録の向上を目的とした練習やトレーニング方法などに取り組んでいる。また、等速性筋

力を測定する場合には、従来よりCybexやCybex II+などを用いて行われていたが、測定時における関節の固定<sup>16</sup>) や等速性筋力の許容範囲の問題(許容範囲が0から360 ft-lb (1 ft-lb=1.356 Nm) であるため0 deg/sec (等尺性筋力) 時における等速性筋力は、筋力水準の高いスポーツ選手には適しない)、スポーツ選手を対象とした場合、最高の角速度が低い(角速度はCybexやCybex II+ の場合、0から300 deg/sec, Cybex 6000の場合、0から500 deg/sec), Cybex II+ は同一機種においても測定値が一致しない<sup>13</sup>), Cybex II+ とCybex 6000 との比較では、どの角速度においても、後者の方がかなり高値を示した<sup>8</sup>) などの多くの問題点が指摘されている。また、Cybex 6000 は測定時に重力補正がなされ、ピークトルク値を算出している。清田ら<sup>10</sup>) はこれらの多くの問題点が解消された新機種であるCybex 6000を用いて、等速性筋力の測定を行っている。そこで今回は、走運動を中心とした陸上競技の男女短距離、中距離、長距離選手を対象とし、日常の走運動の条件の相違が膝関節の屈曲・伸展時における等速性筋力に与える影響について比較・検討することを目的とした。

Table 1. Physique and physical fitness of male and female track athletes

			Height (cm)	Body weight (kg)	Grip strength		Back strength (kg)	Standing trunk flexion (cm)	Skin fold		Compe- tion history (years)
					Right (kg)	Left (kg)			Upper arm (mm)	Scapula (mm)	
Male	Sprinter	Mean	170.5	64.7	49.9	47.9	180.5	9.8	4.3	7.6	7.3
		SD	3.4	4.4	4.6	5.0	19.0	9.9	1.5	1.4	2.3
	Middle- distance runner	Mean	171.1	60.3	42.3	42.7	157.3	11.8	4.0	7.2	5.7
		SD	5.9	4.5	1.7	2.7	17.2	6.7	0.7	0.9	3.4
	Long- distance runner	Mean	170.0	57.6	41.0	38.5	152.0	8.7	5.2	6.7	6.7
		SD	4.1	4.4	6.8	4.6	23.0	9.2	1.7	1.1	1.2
Female	Sprinter	Mean	162.5	57.0	37.1	34.6	119.0	10.6	16.4	11.8	6.8
		SD	3.1	2.8	4.9	3.8	9.7	10.1	6.9	5.1	2.2
	Middle- distance runner	Mean	163.2	56.0	31.1	29.0	110.8	17.9	16.1	13.8	7.8
		SD	2.3	5.4	5.4	6.8	27.3	2.3	2.2	3.9	1.1
	Long- distance runner	Mean	158.4	49.0	29.1	27.8	73.7	13.0	10.6	7.9	5.4
		SD	4.9	5.2	3.8	4.4	37.7	10.4	3.6	3.0	1.4

## II. 方 法

## A. 被験者

被験者は、陸上競技のトラック種目（男子：短距離 8 名，中距離 7 名，長距離 9 名，女子：短距離 5 名，中距離 5 名，長距離 8 名）であり，それぞれの身体的特性を Table 1 に示した。

## B. 等速性収縮時におけるピークトルク値 (Newton-meter: Nm) の測定

等速性収縮時におけるピークトルク値の測定は，Cybex 6000 を用いて，左右の膝関節の伸展および屈曲で行った。測定条件は，椅座位で股関節 90 度屈曲位，膝関節 90 度屈曲位の状態で，体幹と腰部，大腿部にはそれぞれベルトを装着し，固定した。特に測定時には，被

Table 2. Mean value and standard deviation (SD) of peak torque during knee extension by using a Cybex 6000 in male track event

		Peak torque (Nm)						
		0 (deg/sec)	60 (deg/sec)	180 (deg/sec)	300 (deg/sec)	400 (deg/sec)	500 (deg/sec)	
Right	Sprinter	Mean	276.9	216.3	154.3	116.0	99.9	82.5
		SD	36.3	32.1	15.3	11.0	8.8	8.0
	Middle-distance runner	Mean	257.1	191.7	129.0	99.9	84.4	65.7
		SD	42.9	16.8	15.0	15.7	13.4	10.0
	Long-distance runner	Mean	232.7	173.3	109.3	84.9	71.1	56.7
		SD	40.0	23.5	16.3	14.8	13.3	9.5
Left	Sprinter	Mean	286.1	220.1	148.0	110.5	95.3	79.0
		SD	34.8	20.3	12.0	14.6	11.6	9.2
	Middle-distance runner	Mean	252.4	187.4	125.1	95.0	83.6	67.4
		SD	40.8	23.7	15.4	15.8	14.8	10.0
	Long-distance runner	Mean	225.6	170.3	108.2	82.8	67.8	56.9
		SD	29.9	16.0	15.5	12.6	12.3	9.5

Table 3. Mean value and standard deviation (SD) of peak torque during knee extension by using a Cybex 6000 in female track event

		Peak torque (Nm)						
		0 (deg/sec)	60 (deg/sec)	180 (deg/sec)	300 (deg/sec)	400 (deg/sec)	500 (deg/sec)	
Right	Sprinter	Mean	192.8	156.4	98.2	70.6	61.6	52.0
		SD	12.5	20.3	18.7	13.4	11.2	7.1
	Middle-distance runner	Mean	204.6	143.2	94.4	69.0	58.6	46.6
		SD	41.0	18.7	7.5	5.9	5.8	5.1
	Long-distance runner	Mean	158.5	117.9	75.6	55.6	45.5	35.4
		SD	43.0	21.4	17.3	12.4	11.2	9.2
Left	Sprinter	Mean	194.2	158.0	99.4	72.0	60.6	50.8
		SD	19.9	13.2	15.4	6.7	10.5	7.5
	Middle-distance runner	Mean	191.2	138.6	93.0	68.4	58.0	46.0
		SD	21.7	15.0	10.7	8.9	7.2	6.9
	Long-distance runner	Mean	165.6	122.3	79.0	56.9	47.8	33.9
		SD	30.5	22.1	17.6	11.3	12.2	11.0

検者の膝関節の回転軸とダイナモメータの回転軸が一致するように注意した。測定時には、膝関節伸展位を0度とし、膝関節90度から伸展および屈曲を最大努力でそれぞれ連続3回行わせ、最大値を代表値とした。角速度は、0, 60, 180, 300, 400, 500 deg/secとし、それぞれの測定間の休息は30秒とした。また、等尺性筋力(0 deg/sec)は、伸展時で膝関節角度を70度、屈曲時で30度とし、それぞれ最大努力で3秒間行った。

C. 統計的手法は、パワー Mac 8500 を用いて、Microsoft Excel Ver. 5 で平均値、標準偏差を求めた。個人ごとの測定結果は、Cybex 6000 に内蔵された、コンピュータに取り込まれ、専用のプログラムでそれぞれの

ピークトルク値を算出した。

### III. 結 果

#### 1. 男女陸上競技のトラック種目の膝関節伸展時におけるピークトルク値-角速度(0, 60, 180, 300, 400, 500 deg/sec)関係の比較

陸上競技の男女トラック選手の左右の膝関節伸展時におけるピークトルク値-角速度関係を示したのが、Table 2, 3 である。左右ともにピークトルク値-角速度関係は、男子の場合、短距離、中距離、長距離の順に低値を示した。女子の場合、短距離と中距離が類似した傾向を示したが、長距離は低値を示した。また、男女のそれぞれの種

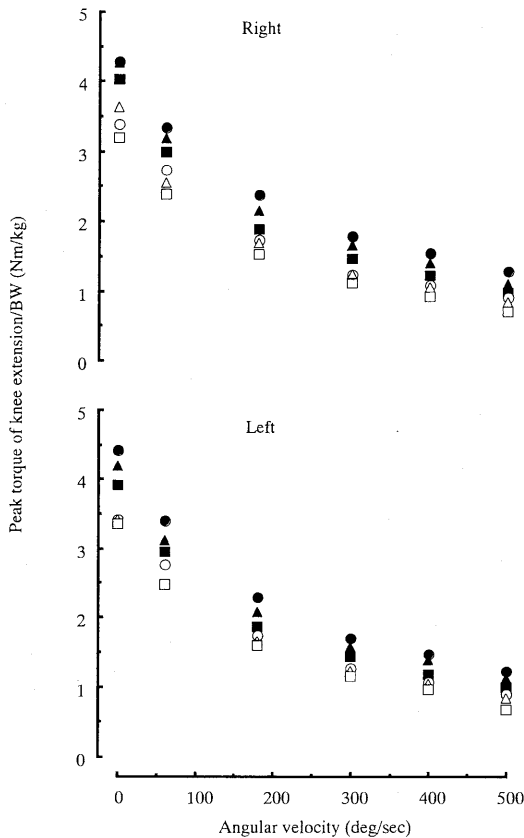


Fig. 1. Peak torque/body weight and angular velocity relation for knee extension by using Cybex 6000 in male (●: sprinter, ▲: middle-distance runner, ■: long-distance runner) and female (○: sprinter, △: middle-distance runner, □: long-distance runner) track athletes. Upper trace is right knee. Bottom trace is left knee.

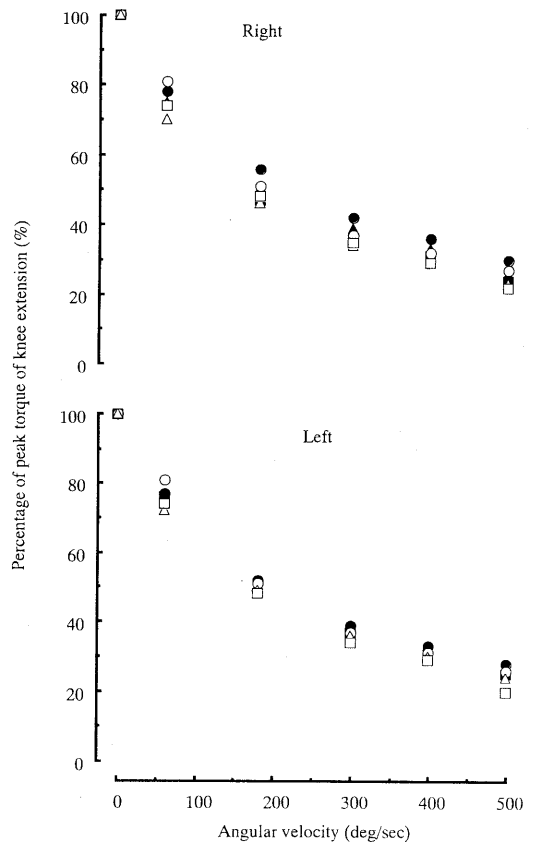


Fig. 2. Percentage of peak torque and angular velocity relation for knee extension by using Cybex 6000 in male (●: sprinter, ▲: middle-distance runner, ■: long-distance runner) and female (○: sprinter, △: middle-distance runner, □: long-distance runner) track athletes. Upper trace is right knee. Bottom trace is left knee.

目において、ピークトルク値は低速度になるに従い高値を示し、それぞれの種目間における差も大きくなる傾向を示した。また、男女トラック種目の左右の膝関節伸展時における体重当たりのピークトルク値-角速度関係を示したのが、Fig. 1 である。左右ともに体重当たりのピークトルク値-角速度関係は、男子の場合、短距離、中距離、長距離の順に右上方に位置していた。女子の場合、

短距離、中距離、長距離はほぼ類似していた。また、男女のそれぞれの種目において、体重当たりのピークトルク値は低速度になるに従い高値を示したが、それぞれの種目間における差はそれほど大きくならない傾向を示した。さらに、0 deg/sec 時における左右の膝関節伸展のピークトルク値に対するそれぞれのピークトルク値-角速度関係を示したのが、Fig. 2 である。両者の関係は、

Table 4. Mean value and standard deviation (SD) of peak torque during knee flexion by using a Cybex 6000 in male track event

			Peak torque (Nm)					
			0 (deg/sec)	60 (deg/sec)	180 (deg/sec)	300 (deg/sec)	400 (deg/sec)	500 (deg/sec)
Right	Sprinter	Mean	150.5	129.5	108.1	85.0	73.4	66.8
		SD	22.4	12.8	10.8	8.8	9.3	8.9
	Middle-distance runner	Mean	131.1	113.4	91.7	69.1	59.4	50.4
		SD	17.0	17.2	10.7	10.1	11.0	10.3
	Long-distance runner	Mean	113.9	101.4	73.9	57.7	52.4	43.1
		SD	23.4	13.9	9.8	6.6	8.2	10.2
Left	Sprinter	Mean	149.4	138.1	110.6	85.4	69.6	63.1
		SD	25.6	15.2	12.6	8.2	10.3	10.6
	Middle-distance runner	Mean	126.3	111.4	86.1	67.6	59.3	48.9
		SD	13.6	19.5	15.6	11.2	12.0	7.7
	Long-distance runner	Mean	114.4	99.0	75.0	54.0	46.2	39.4
		SD	18.9	9.9	9.3	9.3	8.6	8.0

Table 5. Mean value and standard deviation (SD) of peak torque during knee flexion by using a Cybex 6000 in female track event

			Peak torque (Nm)					
			0 (deg/sec)	60 (deg/sec)	180 (deg/sec)	300 (deg/sec)	400 (deg/sec)	500 (deg/sec)
Right	Sprinter	Mean	109.8	97.2	72.6	56.4	49.0	38.4
		SD	14.7	13.8	8.4	8.0	8.1	12.8
	Middle-distance runner	Mean	91.8	85.4	65.6	52.2	47.0	40.6
		SD	12.6	12.9	12.8	12.1	5.9	5.7
	Long-distance runner	Mean	72.0	63.4	48.3	38.4	33.0	23.9
		SD	14.7	13.7	9.2	8.1	8.7	9.2
Left	Sprinter	Mean	97.4	94.0	69.8	53.0	45.2	39.4
		SD	16.6	10.6	9.0	6.1	6.3	6.8
	Middle-distance runner	Mean	90.4	83.8	60.6	46.2	41.2	31.6
		SD	15.0	13.4	11.8	7.2	7.2	4.3
	Long-distance runner	Mean	74.8	61.5	44.5	34.0	29.4	21.6
		SD	18.3	14.3	11.6	8.6	9.4	11.3

左右とも類似な傾向を示していた。

## 2. 陸上競技の男女トラック種目の膝関節屈曲時におけるピークトルク値-角速度 (0, 60, 180, 300, 400, 500 deg/sec) 関係の比較

陸上競技の男女トラック種目の左右の膝関節屈曲時におけるピークトルク値-角速度関係を示したのが、Table 4, 5 である。左右ともにピークトルク値-角速度関係は、男子の場合、短距離、中距離、長距離の順に低値を示した。女子の場合、短距離、中距離、長距離の順に低値を示した。また、男女のそれぞれの種目において、ピークトルク値は低速度になるに従い高値を示し、それぞれの種目間における差も大きくなる傾向を示していた。ま

た、男女トラック種目の左右の膝関節屈曲時における体重当たりのピークトルク値-角速度関係を示したのが、Fig. 3 である。左右ともに体重当たりのピークトルク値-角速度関係は、男子の場合、短距離、中距離、長距離の順に右上方に位置していた。女子の場合、短距離、中距離、長距離の順に右上方に位置していた。また、男女のそれぞれの種目において、体重当たりのピークトルク値は低速度になるに従い高値を示したが、それぞれの選手間における差はそれほど大きくなる傾向を示さなかった。さらに、男女トラック種目の 0 deg/sec 時における左右の膝関節屈曲のピークトルク値に対するそれぞれのピークトルク値-角速度関係を示したのが、Fig. 4 であ

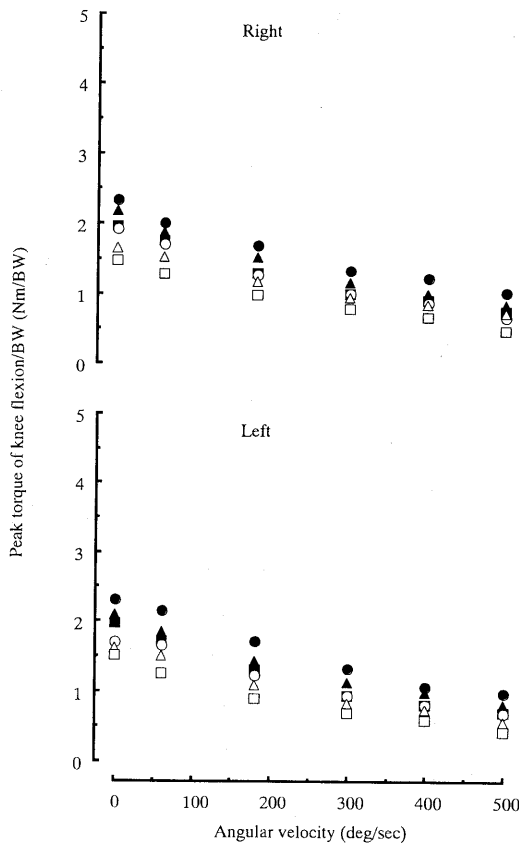


Fig. 3. Peak torque/body weight and angular velocity relation for knee flexion by using Cybex 6000 in male (●: sprinter, ▲: middle-distance runner, ■: long-distance runner) and female (○: sprinter, △: middle-distance runner, □: long-distance runner) track athletes. Upper trace is right knee. Bottom trace is left knee.

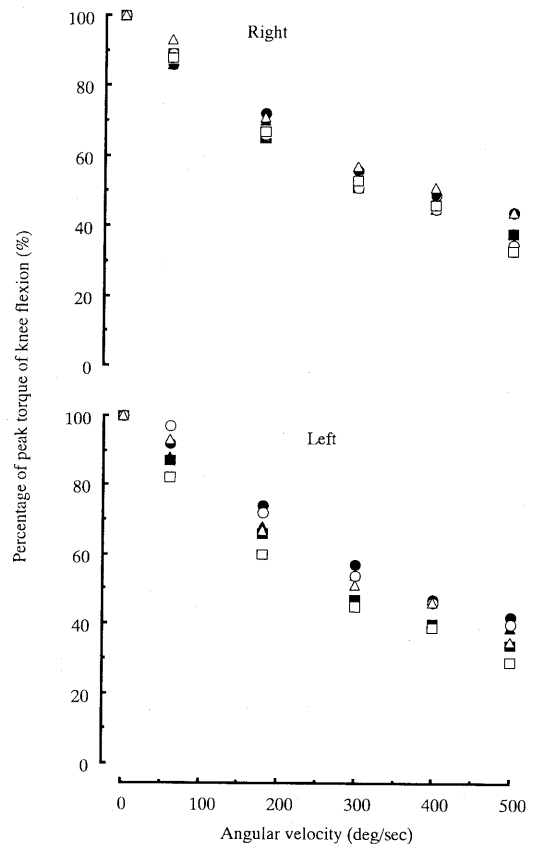


Fig. 4. Percentage of peak torque and angular velocity relation for knee flexion by using Cybex 6000 in male (●: sprinter, ▲: middle-distance runner, ■: long-distance runner) and female (○: sprinter, △: middle-distance runner, □: long-distance runner) track athletes. Upper trace is right knee. Bottom trace is left knee.

る。両者の関係は、左右ともに類似な傾向を示していた。

### 3. 陸上競技の男女トラック種目のそれぞれの角速度における膝関節のピークトルク値の屈曲・伸展比の比較

陸上競技の男女トラック種目のそれぞれの角速度における左右の膝関節のピークトルク値の屈曲・伸展比の関係を示したのが、Fig. 5である。左右ともにピークトルク値の屈曲・伸展比は、それぞれの種目において角速度が速くなるに従い高値を示し、それぞれの選手間における差も大きくなる傾向を示した。中でも、左右ともにピークトルク値の屈曲・伸展比は、女子長距離が最も低値を示し、他の種目においては左右ともに一定の傾向が

観察されなかった。また、男女トラック選手の0 deg/sec時における左右の膝関節屈曲・伸展比に対するそれぞれのピークトルク値-角速度関係を示したのが、Fig. 6である。左右ともに0 deg/sec時に対するピークトルク値の屈曲・伸展比は、それぞれの選手において角速度が速くなるに従い高値を示したが、種目および性差による特徴は観察されなかった。また、角速度が速くなるに従い、種目間における差が大きくなる傾向を示した。

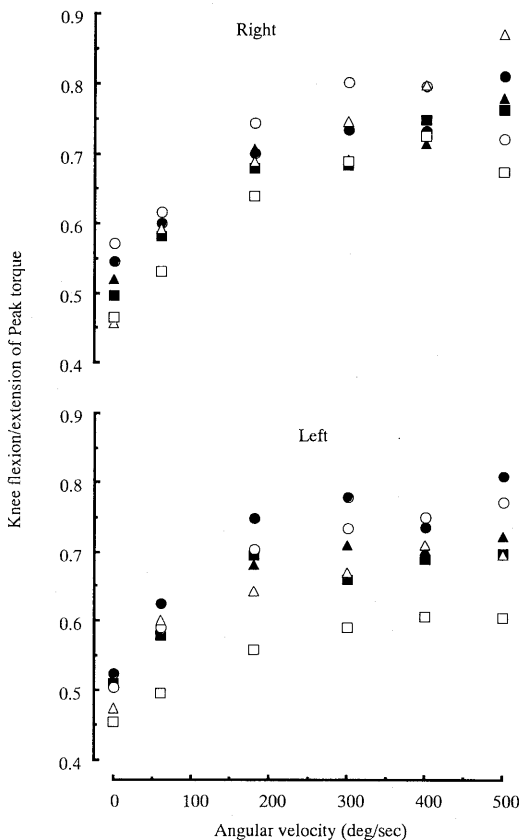


Fig. 5. Knee flexion/extension and angular velocity relation for knee by using Cybex 6000 in male (●: sprinter, ▲: middle-distance runner, ■: long-distance runner) and female (○: sprinter, △: middle-distance runner, □: long-distance runner) track athletes.

Upper trace is right knee. Bottom trace is left knee.

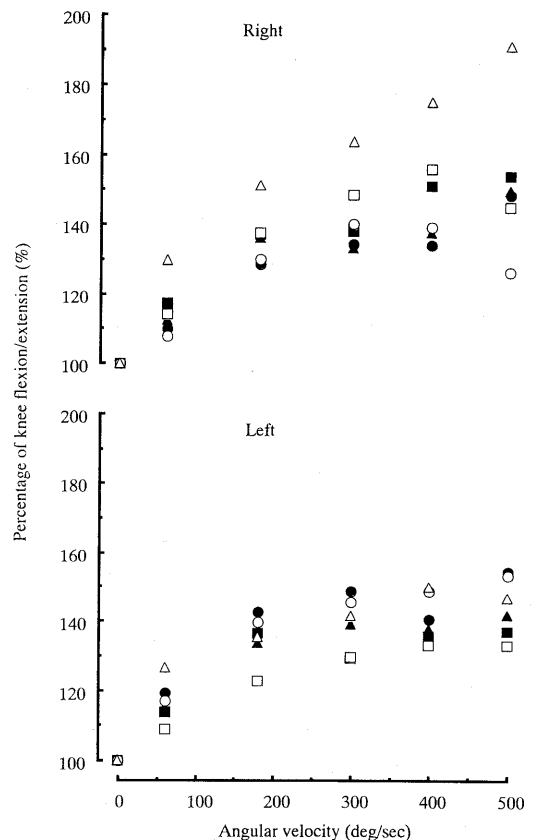


Fig. 6. Percentage of knee flexion/extension and angular velocity relation by using Cybex 6000 in male (●: sprinter, ▲: middle-distance runner, ■: long-distance runner) and female (○: sprinter, △: middle-distance runner, □: long-distance runner) track athletes.

Upper trace is right knee. Bottom trace is left knee.

#### IV. 考 察

##### 1. 陸上競技の男女トラック種目のピークトルク値-角速度関係に与える影響

最近、秋間ら<sup>2~4)</sup>により等速性筋力とMRIを用いて単位断面積を求めて両者との関係について検討がなされている。秋間らの報告の中で、同一の筋においても測定部位により断面積が異なる<sup>2,3)</sup>ことやFT線維の占める割合よりはFT線維の占める面積の割合の方が等速性筋力とは関係が深いとの結果を見いだしていた。しかし、これらの結果を直接スポーツ選手に当てはめることには危険性を含んでいるようにも思われる。そこで我々は、実践的な立場から男女トラック選手を対象とし、研究した結果、ピークトルク値は、それぞれの角速度において男子トラック種目の方が女子トラック種目よりも高値を示しており、特に角速度が遅くなるに従いさらに男女差が大きくなった。また、体重当たりピークトルク値においても、同様な傾向を示していた。そこで、それぞれの角速度におけるピークトルク値の男女の比較でWyattら<sup>25)</sup>は、屈曲、伸展時のピークトルク値はともに男子の方が女子よりも高値を示しており、今回の男女トラック種目の結果と類似した傾向を示していた。さらにトラック種目間の比較では、男子の場合、短距離が最も高く、中距離、長距離の順であり、Berghら<sup>5)</sup>の報告ではスポーツ種目別による%ST-fibersは長距離が高値を示し、短距離は最も低値を示していた。また、スポーツ種目別による形態の比較<sup>1)</sup>や筋力特性<sup>4, 6, 7, 12, 23, 25)</sup>などによる報告と併せてみると、今回のように長期間における運動の条件の相違がトラック種目のピークトルク値に影響を及ぼしたものと推察された。したがって、今回の結果を考慮しながら、トラック種目別における練習やトレーニング方法を検討していくとともに、他の指標も考慮しながら記録の向上を目指していきたい。また、女子のトラック種目の短距離と中距離の筋力特性が類似していたことについては、今後、検討していきたい。

##### 2. 男女陸上競技の男女トラック種目の膝関節の屈曲・伸展比に与える影響

男女トラック種目の膝関節の屈曲・伸展比は、左右ともに角速度が遅くなるに従い大きくなる傾向を示しており、男女や種目による相違は観察されなかった。しかし、屈曲・伸展比は重量挙げ選手の報告<sup>9)</sup>では、左右ともに約0.5であり、サッカー選手の報告<sup>10)</sup>では左右差が観察され、特に右脚(蹴り足)は男女とも角速度が遅くなるに従い高値を示す傾向にあった。したがって、膝関節の屈曲・伸展比は男女差よりもむしろスポーツ種目による筋力特性をみる上で有効な手がかりとなるものと考えら

れる。松井ら<sup>13)</sup>は、世界のトップランナーの走運動時における重心軌跡を算出した結果、短距離の上下動が最も少なく、重心軌跡が直線に近く、中距離、長距離の順に重心軌跡の上下動が大となると報告していた。また、阿江ら<sup>1)</sup>の大きなスピードで疾走するには、膝伸筋群よりも屈筋群の方が重要となるとの考えを併せてみると、トラック種目の屈曲・伸展比は角速度が遅くなるに従い、女子長距離を除いて高値となる傾向を示していたことは、他のスポーツ種目にはみられない筋力特性を備えているものと考えられた。そこで、今回の結果と松井らの報告<sup>14)</sup>とを併せてみると、重心動揺の少ない短距離には、高速度による膝の屈筋群を強化するようなトレーニング、長距離には、持続的な低強度による膝の伸筋群の強化を中心としたトレーニング、両者の中間にある中距離には、膝の屈筋群、伸筋群の両方をバランスよくトレーニングすることが考えられた。しかし、今後は膝の運動に限らず、これを含む下肢筋群と体幹や上肢の筋群のトレーニングも考慮しながら、検討していきたい。

#### V. 要 約

陸上競技の男女トラック種目(男子:短距離8名,中距離7名,長距離9名,女子:短距離5名,中距離5名,長距離8名)を対象として、Cybex 6000を用いた等速性収縮時における膝関節の伸展および屈曲時のピークトルク値と角速度の関係について検討した。その結果、以下のようにまとめることができた。

1. 等速性収縮時における膝関節の伸展および屈曲時のピークトルク値-角速度関係は、男子短距離、男子中距離、男子長距離、女子短距離、女子中距離、女子長距離の順に右上方に位置しており、角速度が遅くなるに従い、それぞれの種目間の差が大きくなる傾向を示した。

2. 等速性収縮時における伸展および屈曲時の体重当たりのピークトルク値-角速度関係は、男子短距離、男子中距離、男子長距離、女子短距離、女子中距離、女子長距離の順に右上方に位置していた。

3. 等速性収縮時におけるピークトルク値の屈曲・伸展比とそれぞれの角速度の関係は、角速度が遅くなるに従いピークトルク値の屈曲・伸展比が高くなる傾向を示したが、男女やそれぞれの種目における相違はそれほど観察されなかった。

4. 以上のことにより、男女陸上競技のトラック種目のピークトルク値-角速度関係から性差およびトラック種目の筋力特性が観察された。また、ピークトルク値の屈曲・伸展比とそれぞれの角速度の関係では、性差やトラック種目による筋力特性はそれほど観察されなかつ



た。

## 謝 辞

今回の測定は、本学の陸上競技部に所属する男女トラック選手のご協力を頂き、心より感謝の意を表します。測定に用いたCybex 6000は、平成9,10年度「私学振興財団の特色ある研究」の補助によった。関係各位の方々に心より感謝の意を表します。

## 文 献

- 阿江通良(1986): 機械的パワーから見た疾走における下肢筋群の機械および貢献度, 筑波大学体育科系, **9**, 223-239.
- 秋間 広, 久野譜也, 高橋英幸, 下条仁士, 勝田茂(1995): 異なる部位における大腿四頭筋の各筋頭の筋断面積と筋線維組成が等速性膝伸展力に及ぼす影響, 体育学研究, **39**, 426-436.
- 秋間 広, 久野譜也, 福永哲夫, 勝田 茂(1995): MRIによるヒトの膝伸筋・膝屈曲における形態的特性および生理学的断面積当りの筋張力, 体力科学, **44**, 267-278.
- 秋間 広, 久野譜也, 渡辺 登, 中嶋英彦, 板井悠二, 勝田 茂(1995): 中等度(60% VO<sub>2</sub>)の持久性トレーニングにともなうヒトの大腿部における筋の形態的特徴および筋脚力の変化, 体力科学, **44**, 365-374.
- Bergh, U., Thorstensson, A., Sjodin, B., Hulthen, B., Piehl, K. and Karlsson, J. (1978): Maximal oxygen uptake and muscle fiber types in trained and untrained humans, *Med. & Sci. Sports*, **10**(3), 151-154.
- Close, R. (1964): Dynamic properties of fast and slow skeletal muscles of the rat during development, *J. Physiol.*, **173**, 74-95.
- Coyle, F., Costill, D. L. and Lesmes G. R. (1979): Leg extension power and muscle fiber composition, *Med. & Sci. Sports*, **11**(1), 12-15.
- 浜野 学, 津山 薫, 清田 寛, 大橋信行, 細谷治朗, 岸田謙二(1996): Cybex 6000とCybex II+を用いた伸展および屈曲時におけるピークトルク値とその時の膝関節角度の比較, 日本体育大学紀要, **25**(2), 137-141.
- 細谷治朗, 関口 脩, 岸田謙二, 大橋令子, 荒尾章三, 松田竜太郎, 清田 寛(1996): 男女重量挙げ選手の筋力特性に関する研究—Cybex II+を用いた膝関節の伸展および屈曲時のピークトルクの比較—, 日本体育大学紀要, **26**(1), 59-65.
- 清田 寛, 松田竜太郎, 浜野 学, 大橋信行, 大和 真, 細谷治朗, 関口 脩, 岸田謙二, 齊藤照夫, 芦原正紀(1998): 男女サッカー選手の等速性筋力に関する基礎的研究, 日本体育大学紀要, **27**(2), 209-220.
- 久野譜也, 秋間 広(1993): NMRによる一流サッカー選手の筋のコンディショニング評価, 臨床スポーツ医学, **10**(12), 1466-1472.
- Kuhn, S. and Gallagher, A. (1991): Comparison of peak torque and hamstring/quadriceps femoris ratios during high-velocity isokinetic exercise in sprinters, cross-country runners, and normal males, *Isokinetics & Exercise Science*, **3**(1), 138-145.
- 石河利寛, 形本静夫, 青木純一郎(1986): Cybex II装置におけるトルク曲線の再検討, 体育科学, **14**, 38-46.
- 松井秀治, 只木英子(1963): 走運動の動力学的研究(その1)全速疾走時に於けるフォームとその重心位置について, 体育学研究, **17**(1), 210.
- 宮丸凱史(1971): 短距離疾走フォームに関する実験的研究—脚長と疾走フォームについての考察—, 東京女子体育大学紀要, **6**, 22-33.
- 村松 茂, 片尾周造(1990): 等速性脚筋力と測定姿勢について, 日本体育学会測定評価専門分科会, No. 51, 59-62.
- 村瀬 豊, 亀井貞次, 屋川 保, 宮下充正, 松井秀治(1972): 陸上競技選手と非鍛練者とに見られる走行中の足の動きの速さの違いについて, 体育学研究, **16**(5), 273-279.
- 岡野 進, 渡部 誠(1980): 短距離疾走におけるArm Action効果に関する実験的研究(その1), 山梨県立女子短期大学, **13**, 1-9.
- 岡野 進, 渡部 誠(1981): 短距離疾走におけるArm Action効果に関する実験的研究(その2), 山梨県立女子短期大学, **14**, 1-13.
- 岡野 進, 渡部 誠(1986): 疾走能力差による100メートル走疾走様相の比較—全天候型走路の場合—, 山梨県立女子短期大学, **19**, 1-10.
- 岡野 進, 渡部 誠, 品田龍吉(1988): 100mレース(競技会)における女子スプリンターのタイム・ピッチ・ストライド, 体育の科学, **38**(3), 242-247.
- 大西崇仁, 水野増彦, 中川一紀, 江田茂行, 上田大, 植木貴頼, 黄 仁官, 堀居 昭(1998): 陸上競技400m走の記録向上を目的としたインターバルトレーニング内容の検討—血中乳酸濃度を指標として—, 日本体育大学紀要, **27**(2), 259-267.
- Tihanyi, J., Apor, P. and Fekete, G. (1982): Force-velocity power characteristics and fiber composition in human knee extensor muscles, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **48**, 331-343.
- Thorstensson, A. (1976): Muscle strength, fibre types and enzyme activities in man, *Acta Physiol. Scand. (Supplementum)*, 443.
- Wyatt, M. P., Edwards, A. M. (1981): Comparison of quadriceps and hamstring torque values during isokinetic exercise, *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, **3**, 48-56.