

# 中学生陸上競技選手の下肢筋力特性と 疾走能力について

A Study on the Lower Limb Muscular Strength and Sprint-Performance  
in Junior High School Track and Field Athletes

川上 正人

神奈川歯科大学 言語情報・人文学講座 体育学分野

M.KAWAKAMI,

Department of Physical Education, Kanagawa Dental University

## 1. はじめに

身体運動は、複数の関節運動の組み合わせによって生じており、それを構成している各関節の筋力発揮特性を把握することは重要である。等速性筋力測定装置は、関節の角速度を一定の速度に制御して、その時に発揮した筋力（関節トルク）を評価するものである。等速性筋力測定は、等尺性筋力測定やフリーウエイトによる筋力測定よりも、危険性が少ないとされているため、リハビリテーションから選手の体力測定まで、幅広い用途で使用されている。

これらのことから、近年では、等速性筋力は様々なスポーツの筋力の指標として検討されてきている。

特に、下肢の等速性筋力と疾走能力との関係については、多くの研究者が報告している<sup>5) 6) 7) 9) 12)</sup>。

また、その大部分が等速性筋力と疾走能力との間に有意な相関関係を認めている<sup>5) 6) 7) 9)</sup>。

しかし、それらの報告の大部分は、一流トップアスリートを対象にしたものである<sup>4) 12)</sup>。

年齢的には、成人、および大学生が中心で、高校アスリート選手を対象とした報告もいくつか見られた。

しかし、中学生など、ジュニア陸上選手に関する報告は極めて少ない<sup>13)</sup>。

そこで今回は、中学校陸上競技部に所属している、短距離種目を専門とする選手を対象に、膝関節周囲の等速性脚筋力を測定し、筋力発揮特性と走能力との関係を明らかにすることを目的とした。

## 2. 被験者および測定方法

### 1) 被験者

被験者は、横浜市立 K 中学校陸上競技部に所属する男女 12 名であり、そのうち男子 6 名（年齢  $14.16 \pm 0.75$  歳、身長  $169.1 \pm 6.30$ cm、体重  $59.0 \pm 6.45$ kg）、女子 6 名（年齢  $14.03 \pm 1.04$  歳、身長  $156.6 \pm 3.77$ cm、体重  $50.16 \pm 4.79$ kg）であった。表 1、表 2 に被験者のプロフィールを示した。

表 3、表 4 は、被験者の 50m 走および 100m 走のベスト記録を示したものである。

50m 走の記録は練習時に測定した。100m 走の記録は公式大会のベスト記録を採用し、両方ともクラウチングスタートで測定した。

また、下肢筋力特性を比較するため、運動部に所属していない同年代の一般中学生 12 名をコントロール群とした。

## 2) 等速性脚筋力

等速性脚筋力は、Lumex 社製の筋力測定装置 (Cybex2:図 1) を使用し、角速度 60 度 / 秒 (低速)、180 度 / 秒 (中速)、300 度 / 秒 (高速) の 3 種類の角速度条件で、脚伸展筋力および脚屈曲筋力を測定した。

脚伸展筋力は、それぞれの角速度条件で椅座位姿勢から全力で膝関節を伸展させる動作を行い、脚屈曲筋力は、膝が伸展した状態から一気に下腿を引き戻すように膝関節を屈曲させる動作を行った。伸展、屈曲は、それぞれ 3 回ずつ行い、発揮された最大値 (ピークトルク) を指標とした。これらの測定は、左右脚について行ったが、比較には左右脚の平均値を用いた。

## 3. 結果

### 1) 等速性脚筋力について

表 5 は、男女の等速性脚筋力の伸展および屈曲の測定結果を示したものである。

上段が陸上部選手の記録であり、下段が一般中学生の記録である (単位: Nm)。

男子選手では、伸展力の平均値は 60 度 / 秒、180 度 / 秒、300 度 / 秒で、それぞれ  $170.2 \pm 15.5$ 、 $127.0 \pm 19.2$ 、 $96.6 \pm 13.0$  であった。また、屈曲力の平均値は 60 度 / 秒、180 度 / 秒、300 度 / 秒で、それぞれ  $95.5 \pm 14.0$ 、 $94.3 \pm 12.4$ 、 $74.0 \pm 8.6$  であった。

女子選手では、伸展力の平均値は 60 度 / 秒、180 度 / 秒、300 度 / 秒で、それぞれ  $126.3 \pm 13.1$ 、 $92.6 \pm 10.0$ 、 $73.0 \pm 9.0$  であった。また、屈曲力の平均値は 60 度 / 秒、180 度 / 秒、300 度 / 秒で、それぞれ  $72.1 \pm 7.9$ 、 $62.5 \pm 8.3$ 、 $52.6 \pm 8.4$  であった。

男女とも、測定速度条件が高速になるほど、数値が小さくなる傾向が見られた。

また、以下は、運動部に所属していない一般中学生との比較である。

男子の伸展力の平均値の差は 60 度 / 秒、180 度

/ 秒、300 度 / 秒で、それぞれ 35.2Nm、32.7Nm、28.1Nm であった。屈曲力の平均値の差は 60 度 / 秒、180 度 / 秒、300 度 / 秒で、それぞれ 20.0Nm、33.8Nm、27.7Nm であった。

女子の伸展力の平均値の差は 60 度 / 秒、180 度 / 秒、300 度 / 秒で、それぞれ 20.0Nm、21.8Nm、24.5Nm であった。屈曲力の平均値の差は 60 度 / 秒、180 度 / 秒、300 度 / 秒で、それぞれ 11.6Nm、18.1Nm、21.9Nm であった。

男子では 60 度 / 秒の屈曲の平均値の差を除き、全ての速度条件で有意な差が認められた ( $P < 0.05$  あるいは  $P < 0.01$ )。

女子では 60 度 / 秒の伸展の平均値の差を除き、全ての速度条件で有意な差が認められた ( $P < 0.05$  あるいは  $P < 0.01$ )。

### 2) 伸展屈曲比について

表 6 は、男女の屈曲筋力の伸展筋力に対する割合、(以下、伸屈比と表す)、伸屈比を示したものである。上段が陸上部選手の記録であり、下段が一般中学生の記録である (単位: %)。

男子選手では、60 度 / 秒、180 度 / 秒、300 度 / 秒で、それぞれ  $56.1 \pm 0.17$ 、 $74.2 \pm 0.16$ 、 $76.6 \pm 0.19$  であった。

女子選手では、60 度 / 秒、180 度 / 秒、300 度 / 秒で、それぞれ  $57.0 \pm 0.04$ 、 $67.4 \pm 0.03$ 、 $72.0 \pm 0.11$  であった。

男女とも、測定速度条件が高速になるほど、数値が大きくなる傾向が見られた。

また、以下は、運動部に所属していない一般中学生との比較である。

男子の伸屈比の平均値の差は 60 度 / 秒、180 度 / 秒、300 度 / 秒で、それぞれ 0.2%、10.1%、9.1% であった。

女子の伸屈比の平均値の差は 60 度 / 秒、180 度 / 秒、300 度 / 秒で、それぞれ 0.1%、4.7%、8.8% であった。

男女とも 60 度 / 秒の伸屈比の平均値の差を除き、全ての速度条件で有意な差が認められた ( $P < 0.01$ )。

### 3) 等速性脚筋力と走能力について

表7は、等速性脚筋力と50m走、および100m走の記録との相関係数を示したものである。

男女とも筋力の数値が大きくなるほど、50m走、100m走の記録が短縮されるという、負の相関関係が見られた。

男子選手では、300度/秒の屈曲力と100m走との間に有意な負の相関が認められた ( $P<0.05$ )。

女子選手では、全ての速度条件で、屈曲力と50m走との間に有意な負の相関が認められた ( $P<0.05$ )。

また、300度/秒の屈曲力と100m走との間に有意な負の相関が認められた ( $P<0.05$ )。

### 4) 伸屈比と走能力について

表8は、伸屈比と50m走、および100m走の記録との相関係数を示したものである。

男女とも伸屈比の数値が大きくなるほど、50m走、100m走の記録が短縮されるという、負の相関関係が見られた。

男子選手では、全ての速度条件において、伸屈比と50m走、100m走の記録との間には有意な相関は見られなかった。有意ではなかったが180度/秒、300度/秒において、比較的高い相関係数であった。

女子選手では、300度/秒の伸屈比と50m走、100m走の記録との間に有意な負の相関が認められた ( $P<0.05$ )。

## 4. 考察

今回、中学生陸上競技選手を対象に、下肢の筋力特性と疾走能力との関係性を検討した。

等速性脚筋力は、陸上部の選手は一般中学生と比較して有意な差が認められたが、小林、金子、杉田らの報告<sup>5) 4) 9)</sup>にある、トップアスリートの測定との比較においては、伸展筋力では80～120Nm、屈曲筋力においては50～90Nmと大きな差が認められた。特に300度/秒での差が大きく、高いスプリント能力発揮には、高速度条件での筋力が高いこと

が必要であると推察される。

中学生という年齢を考えると、高強度の筋力トレーニングを実施するには早すぎる年代であることから、スプリント練習において伸展筋力、屈曲筋力をバランス良くトレーニングしていくのが最良と考える。さらに、脚伸展筋力、屈曲筋力の発達の差異は少なからず競技成績に影響を及ぼしていると思われる、それぞれの年代に応じた指導を考えなければならないことが示唆された。

脚伸屈比は、陸上部の選手は一般中学生と比較して180度/秒、300度/秒において有意な差が認められた。一般中学生の筋力は陸上部選手と比較して、脚屈曲筋力の値が著しく低く、このことが脚伸屈比の数値に影響したものと推察される。

速く走るためには、伸展筋力、屈曲筋力の絶対値が大きいという条件の中で、脚伸展筋力、脚屈曲筋力のバランスが限りなく同等であることが必要であるという、小林らや、黒川らの報告<sup>5) 6)</sup>を支持する結果となった。

等速性脚筋力と疾走能力については、男子では、100m走の記録と300度/秒の屈曲筋力との間に有意な相関が認められた。また、女子では、50m走の記録と60度/秒、180度/秒、300度/秒の屈曲筋力、100m走の記録と300度/秒の屈曲筋力との間に有意な相関が認められた。

これらのことから、小林、金子、杉田らの報告<sup>5) 4) 9)</sup>にある、トップアスリートにおける疾走能力が屈曲筋力に依存する割合が高いという報告を支持する結果となった。

脚伸屈比と50m走、および100m走の相関に関しては、女子の300度/秒のみ有意な相関が認められた。小林らは一流陸上短距離選手では、高速度条件で筋力発揮を行った場合、伸展力と屈曲力にほとんど差がないと報告<sup>5)</sup>しており、今回の測定では、女子がその報告を支持する結果となった。

今回の測定では、被験者の年齢が若いということ、また、症例数が少ないこと等もあり、先行研究にあるような有意な結果でなかったが、中学生の年代における下肢筋力特性と疾走能力との間には、一流選

手と同じように密接な関係があると推察される。

#### 4. 要約

今回は、日本代表選手や一流選手でない、中学生陸上競技選手を対象に、膝関節周囲の等速性脚筋力を測定し、筋力発揮特性と走能力との関係を明らかにすることを目的とした。さらに、陸上部ではない一般中学生との比較も行い、筋力レベルの差についても検討した。結果は以下の通りである。

1) 等速性脚筋力は、男女ともに陸上競技選手は一般中学生と比較し、全ての速度条件で有意な差が認められた。一般中学生の筋力は陸上部選手と比較して、脚屈曲筋力の値が著しく低いことが判明した。

2) 脚伸屈比は、一流競技者と比較して高速度条件での差が大きいことが判明した。

中学生という年齢を考えると、高強度の筋力トレーニングを実施するには早すぎる年代であることから、スプリント練習において伸展筋力、屈曲筋力をバランス良くトレーニングしていくのが最良と考える。さらに、脚伸展筋力、屈曲筋力の発達の差異は少なからず競技成績に影響を及ぼしていると思われる、それぞれの年代に応じた指導を考えなければならぬことが示唆された。

3) 等速性脚筋力と疾走能力との関係は、男子選手では、300度/秒の屈曲力と100m走との間に有意な負の相関が認められた ( $P<0.05$ )。女子選手では、全ての速度条件で、屈曲力と50m走との間に有意な負の相関が認められた ( $P<0.05$ )。

また、300度/秒の屈曲力と100m走との間に有意な負の相関が認められた ( $P<0.05$ )。

4) 脚伸屈比と疾走能力との関係は、男子選手では、有意ではなかったが180度/秒、300度/秒において、比較的高い相関係数であった。

女子選手では、300度/秒の伸屈比と50m走、

100m走の記録との間に有意な負の相関が認められた ( $P<0.05$ )。絶対値が高いという必要条件において、脚屈曲筋力が伸展筋力と同等なレベルであることが、スプリント能力向上には重要であることが示唆された。

参考文献

- 1) 麻場一徳、勝田 茂、高松 薫、宮下 憲：短距離疾走能力に及ぼす下肢の無氣的パワー・無氣的持久力の影響．日本体育学会第 36 回大会号 p288,1985.
- 2) 麻場一徳、勝田 茂、高松 薫、宮下 憲：短距離疾走能力に及ぼす膝関節および股関節の伸展、屈曲パワーの影響．日本体育学会第 37 回大会号 p567,1986.
- 3) 金子公宥他：アイソキネティック装置による力・速度・パワーの測定．昭和 54 年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 ,pp18-24.
- 4) 金子公宥 他：国内一流陸上競技者の力発揮特性－等速性筋力測定装置による膝関節伸展・屈曲力の評価．明治大学教養論集 ,155-168,2005.
- 5) 小林寛道：ソウル五輪代表スプリンターおよびジュニア優秀スプリンターの脚力の特徴．競技力向上のスポーツ科学Ⅰ，朝倉書店 ,19-37,1989.
- 6) 黒川貞夫、黒川道子：跳躍力と等速性脚筋力および筋出力特性との関係．日本体育学会第 38 回大会号 p566,1987.
- 7) 丸田巖，八木紫，木下訓光，勝川史憲，小熊祐子，大西祥平，山崎元：男子短距離選手の体幹および下肢筋群の筋力特性．体力科学 56(6),749,2007.
- 8) 村松 茂、川上正人、野坂和則、木島 晃：男子大学生の等速性脚筋力と最大無酸素パワー、疾走および跳躍能力．日本体育学会神奈川支部紀要 体育研究 25,7-12,1992.
- 9) 杉田正明、八木則夫、並木洋子、脇田裕久、小林寛道：男子大学生の等速性脚筋力と 100m 疾走能力．日本体育学会第 42 回大会号 p690,1991.
- 10) 田口孝行、新田収、柳澤健：等速性脚筋力と等速性膝・股伸展筋力との関係（測定・評価）．理学療法学 27（supple2）,342,2000.
- 11) 渡辺祐司、広橋義敬、金原 勇、田島行夫：跳躍力と等速性脚伸展力の関係について．日本体育学会第 42 回大会号 p729,1991.
- 12) 山田洋、金子公宏、木塚朝博、塩崎知美、横井孝志：等速性筋力装置による国内一流競技者の力発揮特性の評価．東海大学スポーツ医科学雑誌 16,54-60,2004.
- 13) 八木規夫、後藤洋子、高木英樹、杉田正明、小林寛道：中学生の等速性脚筋力と疾走能力．日本体育学会第 44 回大会号 p416,1993.

図1 Cybex II 筋力測定装置

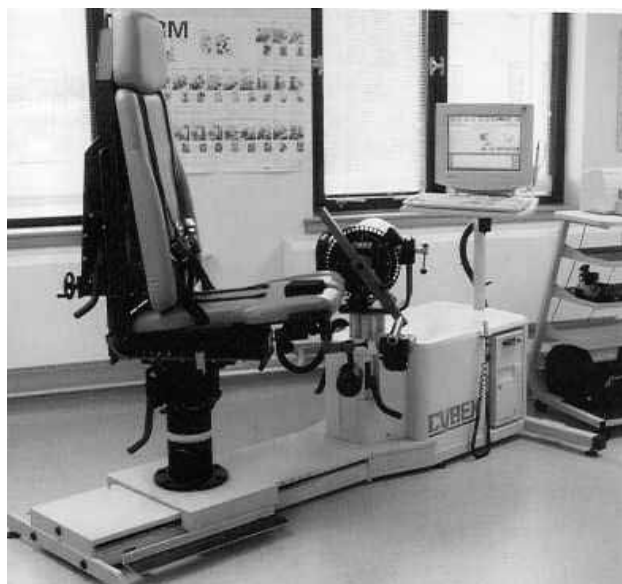


表1 男子選手のプロフィール

氏名	年齢	身長 (cm)	体重 (kg)	種目
M.Y	14	171	61	短距離
K.N	14	167	67	短距離
J.N	15	169	62	短距離
H.I	15	175	71	短距離
T.O	15	168	70	短距離
R.I	15	172	68	短距離

表2 女子選手のプロフィール

氏名	年齢	身長 (cm)	体重 (kg)	種目
F.A	14	147	42	短距離
K.H	14	151	41	短距離
T.S	14	152	43	短距離
S.K	14	155	49	短距離
T.K	15	154	51	
M.I	15	159	48	短距離

表3 男子選手の50m走、および100m走のBEST記録

氏名	50m 走 (秒)	100m 走 (秒)
M.Y	6.57	11.88
K.N	6.60	12.03
J.N	6.50	11.79
H.I	6.68	12.20
T.O	6.68	12.04
R.I	6.71	12.12

表4 女子選手の50m走、および100m走のBEST記録

氏名	50m 走	100m 走
F.A	7.50	13.80
K.H	7.46	13.72
T.S	7.31	13.42
S.K	7.37	13.54
T.K	7.41	13.63
M.I	7.32	13.45

表5 等速性脚筋力

陸上部選手と一般中学生との比較

	60 度 / 秒		180 度 / 秒		300 度 / 秒	
	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲
陸上部男子 (n=6)	170.2 ± 15.5 ※	95.5 ± 14.0	127.0 ± 19.2 ※	94.3 ± 12.4 ※※	96.6 ± 13.0 ※※	74.0 ± 8.6 ※※
一般中学男子 (n=6)	135.0 ± 25.3	75.5 ± 18.8	94.3 ± 18.7	60.5 ± 13.4	68.5 ± 13.5	46.3 ± 10.8
陸上部女子 (n=6)	126.3 ± 13.1	72.1 ± 7.9 ※	92.6 ± 10.0 ※※	62.5 ± 8.3 ※※	73.0 ± 9.0 ※※	52.6 ± 8.4 ※※
一般中学女 (n=6)	106.3 ± 17.5	60.5 ± 9.8	70.8 ± 10.5	44.4 ± 7.5	48.5 ± 9.1	30.7 ± 6.8

※ P&lt;0.05 ※※ P&lt;0.01

表6 伸展屈曲比

陸上部選手と一般中学生との比較

	60 度 / 秒	180 度 / 秒	300 度 / 秒
	伸屈比 (%)	伸屈比 (%)	伸屈比 (%)
陸上部男子 (n=6)	56.1 ± 0.17	74.2 ± 0.16 ※※	76.6 ± 0.19 ※※
一般中学男子 (n=6)	55.9 ± 0.35	64.1 ± 0.28	67.5 ± 0.46
陸上部女子 (n=6)	57.0 ± 0.04	67.4 ± 0.03 ※※	72.0 ± 0.11 ※※
一般中学女 (n=6)	56.9 ± 0.27	62.7 ± 0.29	63.2 ± 0.42

※※ P&lt;0.01

表7 等速性脚筋力と記録との相関関係

男子

	50m 走	100m 走
E60	-0.34	-0.34
E180	-0.23	-0.41
E300	-0.32	-0.41
F60	-0.59	-0.64
F180	-0.39	-0.41
F300	-0.67	-0.77 ※

E : extension F : flexion ※ P&lt;0.05

女子

	50m 走	100m 走
E60	-0.32	-0.23
E180	-0.42	-0.53
E300	-0.57	-0.58
F60	-0.76 ※	-0.74
F180	-0.81 ※	-0.73
F300	-0.84 ※	-0.78 ※

E : extension F : flexion ※ P&lt;0.05

表8 脚伸屈比と記録との相関関係

男子

	50m 走	100m 走
60 F/E ratio	-0.34	-0.62
180 F/E ratio	-0.68	-0.72
300 F/E ratio	-0.67	-0.52

E : extension F : flexion ※ P&lt;0.05

女子

	50m 走	100m 走
60 F/E ratio	-0.74	-0.76
180 F/E ratio	-0.71	-0.69
300 F/E ratio	-0.73 ※	-0.84 ※

E : extension F : flexion ※ P&lt;0.05