

大学女子長距離ランナーの等速性脚筋パワー及び筋量の特性

山内 武¹⁾ 長谷川 裕²⁾
1) 大阪学院大学 2) 龍谷大学

Characteristics Between Isokinetic Leg Power and Muscle Mass on Collegiate Female Long Distance Runners

Takeshi Yamauchi¹⁾ Hiroshi Hasegawa²⁾
1) Osaka Gakuin University
2) Ryukoku University

Abstract

Although many track coaches has referred to the importance of muscle power, there is little statistical evidence associating muscle power and muscle mass with running performance on long distance runners. The purpose of this investigation was to examine the relationships among isokinetic leg power, muscle mass, and running performance on long distance runners.

Twelve collegiate female long distance runners (18-21 years, 161.7±3.9cm, 49.9±3.4kg) participated in this investigation. Participants were experienced, well-trained competitive runners. Isokinetic leg power was measured at 60, 180, and 300 deg/s during knee extension and flexion by Biodex system 3. Muscle mass were measured at total muscle mass, lower limb muscle mass, muscle mass of thigh, muscle mass of lower thigh by bioelectrical impedance (Muscle-α, Arthaven9) using the electrode configuration method of 12 points applied to the limbs in the supine position. Running performance was assessed by the velocity (m/min) during distance running using a field test on the track.

Results of this investigation show that the height of the runners was positively correlated with the isokinetic leg power of knee extension at 60 deg/s, at 180 deg/s, and at 300 deg/s ($r=0.705$; $p<0.01$, $r=0.608$; $p<0.05$, $r=0.786$; $p<0.01$, respectively). The weight of the runners was positively correlated with the isokinetic leg power of knee extension at 60 deg/s, at 180 deg/s, and at 300 deg/s ($r=0.711$; $p<0.01$, $r=0.607$; $p<0.05$, $r=0.588$; $p<0.05$, respectively). There were no significant correlations between running performance and isokinetic leg power, and there were no significant correlations between muscle mass and isokinetic leg power. Furthermore, there were no significant correlations between running performance and muscle mass. These results suggest; although the weight and the height of the athletes affects the increase in isokinetic leg power, the isokinetic leg power has little effect on running performance on collegiate female long distance runners.

The date also implied that for collegiate female long distance runners, muscle leg power and muscle mass has little effect on running performance. Further work will be needed to address relationships among muscle leg power, muscle mass, and running performance on long distance runners.

I. 目的

従来、長距離走における研究の多くは、代謝系要素とパフォーマンス（競技成績）との関連性に注目

し、酸素摂取量 (Sjödín and Svendenhag 1985 : 山地啓司ほか 1990)、無酸素性作業閾値 (Sjödín and Jacobs 1981 : 大後栄治ほか 1999) 等々を研究対象としてきた。

長距離走のパフォーマンスと脚筋力の関連性について、関連が認められることを報告した研究（江橋ほか 1989）もあるが、具体的に実証した研究はあまり多くない。三本木ほか（2000）は、マラソンレース後半の走速度低下と脚部の筋力・筋パワーと関係していることを指摘している。多くの指導書等では筋力・パワーの重要性を指摘しているが、故障防止・身体バランスの維持のため、全身における一般的筋力・パワーの重要性の指摘がほとんどである（山地啓司ほか 1994；永井純 1989；ラリー・グリーン、ルス・パティ 1999）。

さて、伊藤ほか（1992、2002）は、カール・ルイスなど世界レベルのトップ・スプリンターは、股関節の伸展による大腿部の振り戻しで得られたパワー、すなわち大腿部のスイング動作を中心にして走っていることを明らかにした。これ以降、短距離走においては大腿部のスイング動作の重要性が指導現場にも反映され、スプリント・テクニクに対する考え方や指導法が大きく変化しているように感じられる。このことが日本のスプリンターの競技力向上（末続選手など）につながっていると思われる。

最近、長距離走においてもスプリント走と同様に、大腿部のスイング動作の重要性が指摘されてきている。たとえば女子マラソンの高橋尚子は、大腿部のスイング動作を積極的に用いているとの報告もある（山内、長谷川 2005）。また、榎本ほか（1997）は、長距離走において脚の速いスイングが重要であり、速いスイングは速い大腿のスイングと下腿の前傾が同時に起こることによって達成されるであろうことを指摘している。

大腿部のスイング動作の修得には、下肢筋群の筋力やパワー、特に大腿部筋群の筋力やパワーが影響を及ぼす可能性が高い。こうしたことから、これまで考えられてきた故障防止・身体バランスの維持のために実施する全身の筋力・パワー強化だけでなく、大腿部のスイング動作の修得を意図した下肢筋群の筋力・パワー強化の重要性も考慮すべきであろう。

さて、一般に下肢筋群の筋力・パワーは、再現性、信頼性が高いこと（Viitasalo et al. 1980）から等速性膝屈曲・伸展筋力やパワーが採用されることが多い。同じ走種目であるスプリントにおいては、脚筋力として等速性膝関節屈曲・伸展筋力と、スプリント走パフォーマンスとの関係を検討した研究が多い（深代ほか 1991、杉田ほか 1994、山本ほか 1992、House et al. 1984）。

そしてまた、筋力発揮には筋の量的な要素が大きく影響することは明らかであるとされている（渡辺

ほか 2000）。長距離ランナーにおける下肢筋群の筋力やパワーを検討するためには、筋の量的な要素（筋横断面積を用いる場合が多いが、本研究では筋量を採用）との関連性も分析する必要があるだろう。

上記のことをふまえ、本研究では以下のことを研究目的とした。

「長距離ランナーにおける下肢筋群の等速性パワーと筋量の特性を明らかにする。また下肢筋群の等速性パワー特性および筋量特性と競技力との関連性を分析する」

II. 方法

1. 被験者の特性

本研究においては、大学陸上競技部に所属する女子長距離ランナー 12 名の協力を得て測定が実施された。被験者の年齢は 18 歳から 21 歳で、身長・体重はそれぞれ 161.7 ± 3.9 cm、 49.9 ± 3.4 kg であった。

2. 脚筋力・筋量測定

1) 等速性脚筋パワー

脚筋パワーの測定には Biodex System 3 を用いて、角速度 60deg/s 、 180deg/s 、 300deg/s で 3 回から 5 回の全力連続試技をおこない、膝関節の等速性脚筋パワーを測定し、脚筋パワーの指標とした。膝関節の等速性脚筋パワーの測定は椅座位で行い、測定脚は右脚とした。測定は 2003 年 1 月 16 日に実施された。

さて、等速性脚筋パワーにおいて、スプリント走では実測値を用いた方がよいという指摘がある（杉田ほか 1994；渡辺ほか 2000）。しかし、長距離走においては、実測値のパワーとともに体重あたりのパワーも重要度が高いと考えられる。そこで、本研究においては等速性脚筋パワーを、パワー（実測値）と体重あたりのパワー（補正值）の両方で検討することとした。

2) 筋量

筋量の推定は、仰臥位四肢誘導 12 電極法を採用した生体電気インピーダンス方式筋量測定装置（アートヘブンナイン社製、Muscle- α ）を用いて行った。本研究では、下肢筋量及び全身筋量を推定した。筋量の測定は 2003 年 1 月 16 日に実施された。

3. 競技力測定

競技力は、2003 年 2 月 1 日に皇子山陸上競技場（400 m オールウェザートラック）で実施したフィー

ルドテスト（ビルドアップ走）で推定した。この時の気象条件は、天候が曇りときどき雪、気温が摂氏3度であった。ビルドアップ走は、男子ランナーがペースメーカーをつとめる集団走で実施され、1000mごとにペースアップし、設定ペースから遅れたランナーは終了する方法で実施された。そして、もっとも速いラップタイム（1000m）を、競技力を示す指標として採用した。なお、ビルドアップ走の設定ペースは表1を参照のこと。

4. 統計処理

各要因間の関係については、対応のある t 検定とピアソンの相関係数を用い、有意水準は5%以下とした。

III. 結果

1. 競技力の推定

実施されたフィールドテスト（ビルドアップ走）の結果は、前年度（2002年）の5000mベスト記録と比較された（表2）。

前年度（2002年）の5000mベスト記録の分速換算走速度と、フィールドテストにおけるもっとも速

いラップタイム（1000m）の分速換算走速度との相関係数を求めてみると、相関係数は $r = 0.869$ となり1%水準で有意であることが示された。この相関係数自体の大きさ、あるいは5000mベスト記録とフィールドテストにおけるもっとも速いラップタイム（1000m）との分速換算走速度が近似していることからみて、本研究で用いたフィールドテストは、5000mの競技成績との関連性が高いことが推定される。以上のことから、本研究においてはフィールドテストの結果を、筋力測定及び筋量測定時点における各ランナーの競技力を示す指標として採用した。

2. 等速性脚筋パワー並びに筋量

本研究で対象とした大学女子長距離ランナー12名の等速性脚筋パワーと筋量は、表3に示した。また、等速性脚筋パワー測定時における角速度の増加に伴う等速性脚筋パワーの変動は図1、図2に示した。

膝関節屈曲における等速性脚筋パワーは、実測値、補正值（体重あたり）ともに角速度180deg/s（中速）が、角速度60deg/s（低速）、角速度300deg/s（高速）よりも有意に大きいことが示された。また膝関節伸展における等速性脚筋パワーは、実測値、補正

表1 ビルドアップ走の設定ペース

距離	ラップタイム
1000m	04:20.0
2000m	04:10.0
3000m	04:00.0
4000m	03:50.0
5000m	03:40.0
6000m	03:30.0
7000m	03:20.0

表2 大学女子長距離ランナーの競技力

subject	フィールドテスト結果		2002年ベスト記録	
	ベストラップ1000m	分速換算走速度(m)	5000m	分速換算走速度(m)
A	04:11.0	239.0	20:01.0	249.8
B	03:21.0	298.5	16:56.0	295.3
C	03:50.0	260.9	19:12.0	260.4
D	04:07.0	242.9	19:00.0	263.2
E	03:21.0	298.5	18:10.0	275.2
F	03:32.0	283.0	18:16.0	273.7
G	04:08.0	241.9	19:49.0	252.3
H	04:11.0	239.0	20:20.0	245.9
I	03:32.0	283.0	17:45.0	281.7
J	03:35.0	279.1	16:59.5	294.4
K	03:40.0	272.7	18:22.0	272.2
L	03:32.0	283.0	17:28.0	286.3
mean	03:45.0	268.5	17:58.4	270.9
S.D.	00:18.7	21.8	00:52.3	16.1

表3 大学女子長距離ランナーの等速性脚筋パワーと筋量

パワー	パワー(Watt)						体重あたりのパワー(Watt/kg)					
	60(deg/s)		180(deg/s)		300(deg/s)		60(deg/s)		180(deg/s)		300(deg/s)	
	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲
平均	71.1	36.9	123.7	71.5	118.5	65.6	1.46	0.78	2.41	1.45	2.34	1.34
S.D.	11.4	7.1	18.0	15.2	16.1	15.0	0.17	0.12	0.28	0.28	0.27	0.28
筋量	筋量(kg)				体重あたりの筋量(g)							
	全身	下肢(右)	大腿(右)	下腿(右)	全身	下肢(右)	大腿(右)	下腿(右)	全身	下肢(右)	大腿(右)	下腿(右)
平均	16.45	4.06	2.81	1.25	330.3	81.5	117.0	25.1				
S.D.	0.84	0.18	0.13	0.08	17.4	3.8	197.7	1.9				

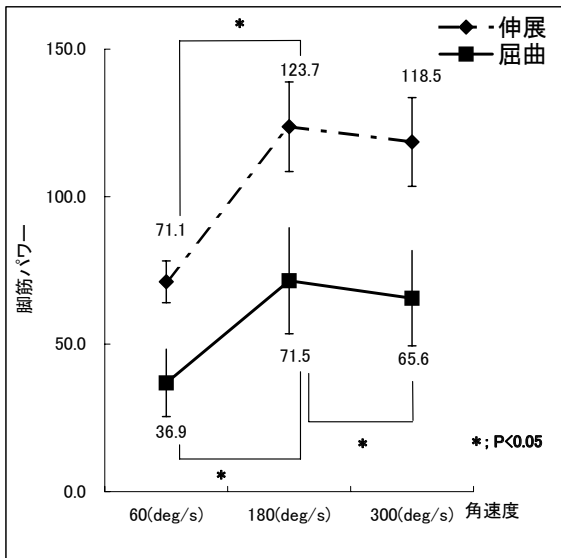


図1 角速度の増加と等速性脚筋パワー

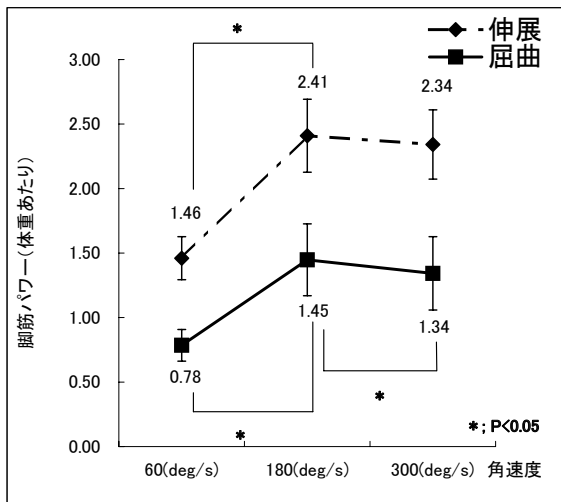


図2 角速度の増加と等速性脚筋パワー (体重あたり)

値 (体重あたり) とともに角速度 180deg/s (中速) が、角速度 60deg/s (低速) よりも有意に大きいことが示された。

3. 等速性脚筋パワー、筋量、競技力、体重・身長の関係

本研究では、等速性脚筋パワー、筋量、競技力の関係を検討することが主な目的である。その関係をより明確にするため、等速性脚筋パワー、筋量、競技力、そして体格 (体重・身長) の4要因全てに相互の相関を求め、その上で等速性脚筋パワー、筋量、競技力の関係を検討することとした。

1) 等速性脚筋パワーと筋量、競技力、体格 (体重・身長) との相関

A. 等速性脚筋パワーと筋量との相関

表4 等速性脚筋パワーと筋量の相関係数

	等速性筋パワー(膝関節屈曲・伸展)					
	(60deg)		(180deg)		(300deg)	
	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲
全身筋量	0.170	0.054	0.255	0.199	0.336	0.211
下肢筋量	0.204	-0.022	0.169	0.154	0.158	0.031
大腿筋量	0.357	-0.143	0.352	0.216	0.410	0.168
下腿筋量	-0.109	0.176	-0.179	0.001	-0.295	-0.195
体重あたり等速性筋パワー(膝関節屈曲・伸展)	(60deg)		(180deg)		(300deg)	
	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲
	全身筋量	-0.476	0.250	-0.200	-0.239	-0.046
下肢筋量	-0.510	0.223	-0.380	-0.353	-0.320	-0.355
大腿筋量	0.122	0.147	0.158	0.015	0.061	-0.066
下腿筋量	-0.436	0.337	-0.454	-0.277	-0.523	-0.385

表5 等速性脚筋パワーと競技力の相関係数

	等速性筋パワー(膝関節屈曲・伸展)					
	(60deg)		(180deg)		(300deg)	
	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲
競技力	0.038	0.062	0.299	-0.064	0.362	-0.046
体重あたり等速性筋パワー(膝関節屈曲・伸展)	(60deg)		(180deg)		(300deg)	
	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲
	競技力	-0.028	0.016	0.263	-0.113	0.347

等速性脚筋パワーと筋量の相関係数をまとめたものを、表4に示した。その結果、等速性脚筋パワーの各項目と筋量の各項目との有意な相関は、実測値、補正值 (体重あたり) とともに全て認められなかった。

B. 等速性脚筋パワーと競技力との相関

等速性脚筋パワーと競技力との相関係数をまとめたものを、表5に示した。その結果、等速性脚筋パワーの各項目と競技力との有意な相関は、実測値、補正值 (体重あたり) とともに全て認められなかった。

C. 等速性脚筋パワーと体格 (身長・体重) との相関

体格 (身長・体重) と等速性脚筋パワーの補正值 (体重あたり) の相関は妥当性に欠けることから、体格 (身長・体重) と等速性脚筋パワーの実測値の相関のみを検討した。

全ての角速度 (60deg、180deg、300deg) における膝関節伸展パワーと身長に、有意な正相関が見られた (それぞれ、 $r = 0.705$, $p < 0.01$, $r = 0.608$, $p < 0.05$, $r = 0.786$, $p < 0.01$)。全ての角速度 (60deg、180deg、300deg) における膝関節伸展パワーと体重に、有意な正相関が見られた (それぞれ、 $r = 0.711$, $p < 0.01$, $r = 0.607$, $p < 0.05$,

表6 等速性脚筋パワーと体格（身長・体重）との相関係数

	等速性筋パワー(膝関節屈曲・伸展)					
	(60deg)		(180deg)		(300deg)	
	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲
身長	<u>0.705</u> p<0.01	-0.126	<u>0.608</u> p<0.05	0.224	<u>0.786</u> p<0.01	0.362
体重	<u>0.711</u> p<0.01	0.041	<u>0.607</u> p<0.05	0.481	<u>0.588</u> p<0.05	0.407

表7 筋量と競技力、体格（身長・体重）との相関係数

	筋量			
	全身筋量	下肢筋量	大腿筋量	下腿筋量
競技力	0.259	0.132	0.200	-0.023
	筋量(体重あたり)			
	全身筋量	下肢筋量	大腿筋量	下腿筋量
競技力	-0.037	-0.194	0.066	-0.199
体重	筋量			
	<u>0.633</u> p<0.05	<u>0.712</u> p<0.01	<u>0.805</u> p<0.01	0.308
身長	-0.098	-0.189	0.041	-0.483

表8 競技力と体重・身長との相関係数

	競技力
体重	0.249
身長	0.308

$r = 0.588, p < 0.05$ 。

一方、膝関節屈曲パワーと体重及び身長に、有意な相関は見られなかった。

2) 筋量と競技力、体格（体重・身長）との相関

筋量と競技力、体格（体重・身長）との相関係数をまとめたものを、表6に示した。筋量の各項目と競技力との有意な相関は、実測値、補正值（体重あたり）ともに全て認められなかった。

体格項目に関しては、体格（身長・体重）と筋量の補正值（体重あたり）の相関が妥当性に欠けることから、体格（身長・体重）と筋量との実測値の相関のみを検討した。全身筋量、下肢筋量、大腿筋量と体重には有意な正相関が見られた（それぞれ、 $r = 0.633, p < 0.05, r = 0.712, p < 0.01, r = 0.805, p < 0.01$ ）。下腿筋量と体重に有意な相関は見られなかった。筋量の各項目と身長との有意な相関は認められなかった。

3) 競技力と体重・身長との相関

競技力と体重・身長との相関係数を表8に示した。その結果、競技力と体重・身長との有意な相関は認められなかった。

IV. 考察

1. 等速性脚筋パワーの特徴

本研究で被験者とした大学女子長距離ランナーは、2002年度ベスト記録あるいはフィールドテストの結果（表2参照）からみて、中程度のパフォーマンスレベルであると考えられる。

大学女子長距離ランナー（中程度のパフォーマンスレベル）の場合、膝関節屈曲における等速性脚筋パワーは、角速度180deg/s（中速）が、角速度60deg/s（低速）、角速度300deg/s（高速）よりも有意に大きく、膝関節伸展における等速性脚筋パワーも角速度180deg/s（中速）が、角速度60deg/s（低速）よりも有意に大きかった。以上のことから、中程度のパフォーマンスレベルの大学女子長距離ランナーにおける等速性脚筋パワーは、角速度180deg/s（中速）程度まで増大し、それよりも高速域では増大しないものと思われる。

走速度が高速である短距離走の競技者（特に一流選手）では、角速度が高速になるにつれて、等速性脚筋パワーも増大することが報告されている（山本ほか1992）。女子長距離ランナーは、短距離ランナーと比較すると走速度が低速であることが、等速性脚筋パワーが角速度180deg/s（中速）以降の高速域で増加しないことに関連しているのではないかと考えられる。また、本研究で対象とした中程度のパフォーマンスレベルの大学女子長距離ランナーではなく、トップレベルの女子長距離ランナーにおいては角速度300deg/s（高速）まで等速性脚筋パワーが増加する可能性もある。いずれにしても、中程度のパフォーマンスレベルの大学女子長距離ランナーにおいて、300deg/s以上で行う高速の等速性脚筋パワー測定は重要性が低いと考えられる。

等速性脚筋パワーの各項目と筋量の各項目との有意な相関は、全てに認められなかった。渡邊ほか(2000)は、女子スプリンターにおいて、筋横断面積と等速性筋力との間に有意な関係を認めたのは、ハムストリングスと膝関節屈曲(300deg/s)のみで、男子スプリンターに比べて少なかったことを報告している。渡邊ほか(2000)の報告と本研究の結果から、女子ランナーではパワー発揮において、筋量、筋横断面積といった筋サイズではなく、運動単位の動員といった神経的な要因の影響が強い可能性が考えら

れる。

等速性脚筋パワーの各項目と競技力との有意な相関は、全てに認められなかった。本研究で対象とした中程度のパフォーマンスレベルの大学女子長距離ランナーでは、トップレベルの女子長距離ランナーと比べて、代謝系要因（酸素摂取量等）が競技力に与える影響が非常に大きく、筋力的な要因は相対的に小さくなるのかもしれない。

全ての角速度（60deg、180deg、300deg）の膝関節伸展パワーと身長・体重に有意な正相関が見られた。膝関節屈曲パワーと体重及び身長に有意な相関は見られなかった。以上のことから、大学女子長距離ランナー（中程度のパフォーマンスレベル）の場合、膝関節伸展パワーは体のサイズ（身長・体重）との関連があると思われ、体の大きな女子長距離ランナーで膝関節伸展パワーが大きくなる傾向がある。それに対し、膝関節屈曲パワーは体の大きな女子長距離ランナーで大きいとは限らないと考えられる。

2. 筋量と競技力、体格（体重・身長との関係）

筋量と競技力の間には、特に関連性は見いだせなかった。本研究の被験者である大学女子長距離ランナーは、中程度のパフォーマンスレベルにあり、代謝系要因（酸素摂取量、無酸素性作業閾値等）が競技力に与える影響が非常に大きく、筋量的な要因は相対的に小さくなるのかもしれない。

全身筋量、下肢筋量、大腿筋量と体重には有意な正相関が見られた。下腿筋量と体重に有意な相関は見られなかった。以上のことから、体重が多い大学女子長距離ランナーほど、下腿筋量を除く筋量が多いことが推測される。一般に女子長距離ランナーのトレーニングにおいては、体重・体脂肪を落とすしながら筋肉をつけていくことがねらいとされる。大学女子長距離ランナーの場合、本研究データから体重と筋量が比例することが推測され、体重・体脂肪を落とすしながら筋肉をつけていくことの困難さがうかがうことができる。

筋量の各項目と身長との有意な相関は認められなかった。大学女子長距離ランナーの場合、身長と筋サイズに特に関連はないようだ。

3. 競技力と体格（体重・身長）との相関

競技力と体格（体重・身長）との有意な相関は認められなかった。一般に体重の軽いランナーほど速く走る可能性が高いと考えられており、競技力と体重とは負の相関が予想されている。本研究において

競技力と体重とに相関関係が認められなかったのは、対象とした中程度のパフォーマンスレベルの大学女子長距離ランナーでは、トップレベルの女子長距離ランナーと比較すると体が絞り切れておらず、長距離ランナーとしては体重が重かったことと関連すると考えられる。

4. 今後の課題

長距離ランナーにおける下肢筋群の筋力特性等を検討するならば、男子を含む幅広い層の被験者が必要であろうが、協力を得られる者が限定されたことから大学女子長距離ランナーのみとなった。

また、パワー・筋量・体格といった要因を説明変数とし、競技力を基準変数とする分析を、今後検討していく必要がある。

V. まとめ

1. 大学女子長距離ランナーにおいて、膝関節屈曲における等速性脚筋パワーは角速度 180deg/s（中速）が、角速度 60deg/s（低速）、角速度 300deg/s（高速）よりも有意に大きいことが示された。膝関節伸展における等速性脚筋パワーは、角速度 180deg/s（中速）が、角速度 60deg/s（低速）よりも有意に大きいことが示された。

2. 等速性脚筋パワーと筋量との有意な相関は認められなかった。等速性脚筋パワーと競技力との有意な相関は認められなかった。全ての角速度（60deg、180deg、300deg）における膝関節伸展パワーと体格（身長・体重）に、有意な正相関が見られた。一方、膝関節屈曲パワーと体格（身長・体重）に、有意な相関は見られなかった。

3. 筋量と競技力との有意な相関は認められなかった。全身筋量、下肢筋量、大腿筋量と体重には有意な正相関が見られた。下腿筋量と体重に有意な相関は見られなかった。筋量と身長との有意な相関は認められなかった。

4. 競技力と体格（体重・身長）との有意な相関は認められなかった。

文献

- 大後栄治ほか (1999) LTを基にしたトレーニング計画の研究. ランニング学研究 10 : 35-42
江橋 博ほか (1989) 一流マラソンランナーの最大有酸素パワーと等速性最大筋出力. 体力研究 71 : 10-24

- 榎本靖士・阿江通良・岡田英孝 (1997) 長距離走の疾走動作と力学的エネルギー利用の有効性. 陸上競技研究 28 : 8-15
- 深代千代・若山章信・原田康弘 (1991) トップアスリートの体力とパフォーマンス —陸上・短距離選手について—. 体育の科学 41 : 262-268
- House, T. J., Thorland, W. G., Tharp, G. D., and Clsar, C. J. (1984) Isokinetic leg flexion and extension strength of elite adolescent female track and field athletes. Res. Quart. 55: 347-350
- 伊藤章ほか (1992) ルイス、バレルと日本トップ選手のキック・フォーム. J. J. Sports Sci 11: 604-608
- 伊藤章 (2002) : 短距離走の科学的データ. 月刊陸上競技 36-6 p152
- ラリー・グリーン、ルス・パティ : 山西哲郎ほか訳 (1999) : 中・高校生のための中長距離走トレーニング、大修館書店 pp75-81
- 永井純 (1989) 中・長距離・障害 : 帖佐寛章ほか監 最新陸上競技入門シリーズ 2. ベースボール・マガジン社
- 三本木温・佐伯徹郎・山本泰明・鍋倉賢治・高松薫 (2000) マラソンレースにおける走速度の低下と筋力および筋パワーの低下との関係. 体育学研究 45 : 503-512
- Sjödín B, and Svendenhag J. (1985) Applied physiology of marathon running. Sports Med. 2: 83-89
- Sjödín B and Jacobs L. (1981) Onset of Blood accumulation and marathon running performance. Int. J. Sports Med. 2: 23-26
- 杉田正明・安部孝・八田秀雄・川上泰雄・小林寛道 (1994) 一流女子短距離選手の体力特性とパフォーマンス. 東京大学教養学部体育学紀要 28 : 37-44
- 山地啓司ほか (1990) 最大酸素摂取量から陸上中長距離走、マラソンレース競技記録を占うことが可能か. ランニング学研究 1 : 7-10
- 山地啓司・山西哲郎・有吉正博 (1994) ランニング・ワンポイント・コーチ. 大修館書店
- 山本利春・山本正嘉・金久博昭 (1992) 陸上競技における一流および二流選手の下肢筋出力の比較 — 100m 走・走幅跳・三段跳選手を対象として—. Jpn. J. Sports Sci. 11: 72-76
- 山内武・長谷川裕 (2005) オリンピック・チャンピオン高橋尚子選手のランニングテクニック —シドニーオリンピック・女子マラソンレース時の動作分析—. 大阪学院大学人文自然論叢 51 : 1-15
- Viitasalo, J.T., Saukkonen, S., and Komi, P.V. (1980) Reproducibility of measurements of selected neuromuscular performance variables in man. Electromyogr. Clin. Neurophysiol. 20: 487-501
- 渡邊信晃ほか (2000) スプリンターの股関節筋力とスプリント走パフォーマンスとの関係. 体育学研究 45 : 520-529