

高校生競技者における 50m 走能力と等速性筋力との関係

菅原 努 三浦 望慶

キーワード：高校生競技者、50 m走能力、等速性筋力、筋力トレーニング

Relation between 50m-dash ability and Isokinetic Strength of athletic high school students

Tsutomu Sugahara Mochiyoshi Miura

Abstract

There were two purposes in this research. The first purpose was to clarify what relation exists between 50m-dash ability and Isokinetic Strength of 80 male high school athletes sports players. The second was to clarify the target value of strength training that improves athletic high school students' sprint ability, and to obtain suggestions for training. The 50m-dash time and Isokinetic strength were measured. An Isokinetic Strength device MYORET RZ-450 (made by KAWASAKI Heavy Industries Company) was used to measure muscular power. The correlation of 50m-dash time and Isokinetic strength was measured by the correlation coefficient of FV (Force and Velocity) test about the extension and the flexion movement of the right knee-joint. (Exercise mode: Isokinetic Contraction A:Active, Isokinetic Contraction P:Passive and Angular Velocity:60・180・300deg/s. Isometric Contraction: Knee-joint angle 70degrees and an operation time of 3 seconds.) In the correlation coefficient of 50m-dash times and the weight ratio of muscular power, the correlation coefficient had a tendency to rise, and the comparable result was that the angular velocity was fast in Isokinetic Contraction P by Isokinetic Contraction active extension when it happened. And, the resulting in 300deg/s, which angular velocity was the fastest in velocity movement active extension like the weight ratio muscular power etc. with $r=-0.42$ or a negative correlation, was obtained. As the results of the correlation coefficient, it was clear that extension Isokinetic Contraction activity and angular velocity was important for 50m-dash ability. Moreover, the ratio of the leg extension muscular power to the leg flexion muscular power was in the range of 60.9%-72.1%, and this was a value that was lower than Olympic sprinters. Therefore, it could be said that raising the rate of the leg extension muscular power to the leg flexion muscular power was necessary for these high school student athletes to improve their sprint ability. When the subjects were divided into three groups by 50m-dash time, a significant difference was seen between these groups' average time, and a comparative study was made between groups. In muscular power, a significant difference was noted between the group of 6.5s average time and the group of 7.3s. It was clear from the comparison between groups that being able to set the target value of the strength training improves the running ability from 50m-dash time, and the leg muscular power measurements. Moreover, the operation speed in improving the weight ratio of the knee extension muscular power, and a speed of motion becomes important as a suggestion for training.

Key words : athletic high school students, 50m-dash ability, isokinetic strength, strength training

1. 緒言

走能力は、陸上競技の短距離走をはじめ多くのスポーツ種目の重要なキーワードとなっている。競技種目によっては様々な走能力が要求され、競技種目に必要となる走能力向上を目指したトレーニングが行われている。決められた距離を速く走ることを競い合う陸上競技もあれば、球技のように競技の中で走る速さ、方向性、緩急といった陸上競技に比べると多様な走能力を必要とする競技もある。

また、走距離においても長く速く走る能力を求められるものもあれば、短い距離で速く走ることを求められる競技もある。陸上競技のように速さを追及する競技ではより細分化した理論や技術でトレーニングが行われている。他の競技種目においても走能力は基礎的な能力のひとつとして位置づけられ、何らかの方法で走能力を向上させるトレーニングがなされている。そして、走能力の測定は各競技種目の評価テストのひとつとしても行われている。

近年、競技種目ごとにレジスタンストレーニングが取り入れられ、競技力向上が行われている。高等学校の部活動でも同様な取り組みが積極的に行われている。しかし、個人の弱点を狙ったトレーニングは難しい。

走能力についての先行研究は、トップアスリートのデータをもとに報告されているものが多く、一般高校生の競技者に関する報告は少ない。スプリントでは、股関節、膝関節、足関節の働きにかかわるすべての筋の強力な働きが必要である。

走動作と筋力の関係について、以前は着地中に膝が曲がり、キック時には膝をしっかり伸ばして強く身体を前方へ押し出すことが重要視され、走動作では膝関節伸筋群が主導的な役割を果たしていると考えられていた。当然このような考え方のなかで、当時はトレーニングのうえで膝関節伸筋群の働きが重要とされ配慮が多く行われてきた。

近年では、脚の動きを速め、同時に強いキック力を生み出すために着地時にあまり膝関節を屈曲せず、高い重心位置を保ったまま足底で地面を掃くような感覚でキックすることが重要である。このようなキックをするためには膝関節の屈曲筋、股関節の伸筋の働きが重要になる(小林, 1989, 1990)。また、この変化は、指導の場面での言葉にも変化を与え、Waser (1985) は短距離走の指導に用いる言葉を後方へ「押す」から前方へ「引く」へと変えることを提唱している。

また、田川(1994)らは、等速性筋力測定器マイオレットで陸上競技選手男女612名の、股関節、膝関節の屈曲・伸筋力、足関節の背屈・底屈の等速性筋力を測定し、短距離男子選手が下肢測定部位すべてで大きな測定

値を示したと報告している。そして、筋力バランスのTスコアをもとに分析し短距離選手は長距離選手と比較して、運動速度が大きくなると膝伸筋力、および膝屈筋力で大きなTスコアを示し、筋力バランスが種目によって異なることを指摘している。

筋力と走能力との関係を明らかにした先行研究に、小林(1987, 1988)らが行った筋力測定装置サイベックスマシンを使用してジュニア優秀選手の脚伸筋力と脚屈筋力を測定し脚伸筋力に対して脚屈筋群が弱い選手においては、大腿二頭筋や大殿筋の十分な強化の必要性を指摘した。また、小林(1989)はソウル五輪代表選手の筋力測定を行い、スプリンターとしてどのような筋力発揮特性が望ましいかをクローズアップする内容の中で脚伸筋力に対して脚屈筋力が同レベル、または脚伸筋力を上回るレベルであることを指摘している。

走動作の発達に関する先行研究では、12歳ジュニアスプリンターの形態、疾走能力、疾走動作および等速性筋力などの特徴をとらえた研究(加藤ほか, 2001)や、その後15歳までのそれらの発達を縦断的にとらえた研究(加藤ほか, 1999)から、ジュニアスプリンターの疾走動作の特徴は、成人スプリンターの疾走動作の特徴に類似したものではなく、筋力が疾走速度に影響していると指摘している。このことは、成人前にあたる高校生にも該当することではないかと考えられる。

これらのことから、高校生の筋力を等速性筋力測定器で測定することで短距離走能力に関係する動作や筋群を明らかにできるのではないかと考えた。速く走ることは競技者だけが目標とするものではなく誰しもが目標としたり憧れたりするものである。特に高校生競技者は、競技種目に関係なく基礎的な能力としてスプリントと、それに関連する筋力トレーニングを行うことが課題である。

本研究は2つの目的についてとりあげた。第1の目的は、高校生で運動部に所属する選手、男子80名の50m走能力と等速性筋力にはどのような関係があるかを明らかにすることである。

第2の目的は、高校生選手の短距離能力を高める筋力トレーニングの目標値を明らかにし、トレーニングへの示唆を得ることである。

このことは、スプリントの走動作といった陸上競技の専門的な要素ではなく、高校生の短距離走能力を筋力から明らかにすることであり、競技種目に関係なく短距離走能力向上を目指す高校生競技者、競技力向上に向けてレジスタンストレーニングを行う競技者、そして高校生を対象に指導にあたる各競技種目の指導者にとって有意義であると考えられる。

II. 研究方法

1. 被験者

本研究の被験者は M 県公立 R 高校スポーツ科学科 2・3 年次に在籍する男子運動部員 80 名が対象である。所属する運動部は 9 競技で、内訳は陸上競技部 16 名うち短距離選手 9 名、長距離選手 7 名、硬式野球部 15 名、サッカー部 28 名、ハンドボール部 9 名、バスケットボール部 4 名、バレーボール部 4 名、剣道部 2 名、ラグビー部 1 名、そして卓球部 1 名の計 80 名であった。

表 1 は被験者の身体的特性を示した。平均年齢は 17.3 歳、身長 の平均値 171.4cm、体重の平均値 63.5kg であった。これらの結果を同年代の全国平均値および M 県平均値と比較するとほぼ同じ値であった。したがって、これらの被験者は同年代の平均的な形態を有するものである。

表 1 被験者の身体的特性

被験者	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
男子(n=80)	17.3±0.5	171.4±4.8	63.5±5.3
全国 17 才男子平均 [†]		170.8±5.8	63.8±11.1
M 県 17 才男子平均 [†]		170.5±5.9	65.0±10.9

平均値±標準偏差

[†]文部科学省(2006)平成 17 年度学校保健統計調査報告書

2. 測定

測定は、50 m 走タイム測定と等速性筋力測定を行った。

1) 50m 走タイム測定

50m 走タイム測定は、土の直線走路で行った。被験者は二人一組で走り、スタート方法はスタンディングスタートとした。計測はセイコー社製ストップウォッチを使用し手動計時で行った。タイムは 1/10 秒単位とし、新体力テスト 50 m 走記録と同様に 1/10 秒未満は切り上げ測定タイムとした。

2) 等速性筋力測定

等速性筋力測定は、図 1 に示す等速性筋力測定装置 MYORET RZ-450 (川崎重工業社製) を使用した。姿勢は椅座位で、測定部位は右脚膝関節とし、伸展と屈曲運動の FV (力・速度) テストを行った。

FV (力・速度) テストの運動モードは、求心性筋収縮運動 (Concentric contraction) の等速運動 A :Active、遠心性筋収縮運動 (Eccentric contraction) の等速運動 P :Passive で角速度を 60・180・300deg/s とした。各運動は各々の角速度で全力を発揮し 3 回行った。

等尺性運動は (Isometric contraction)、膝関節角度

70deg で動作時間は 3 秒、回数は 3 回であった。

測定直前には測定部位、測定器のアタッチメントの重さをキャンセルする重力補償を行なってから全力を発揮し測定を行い各運動条件でのピークトルクを採用した。

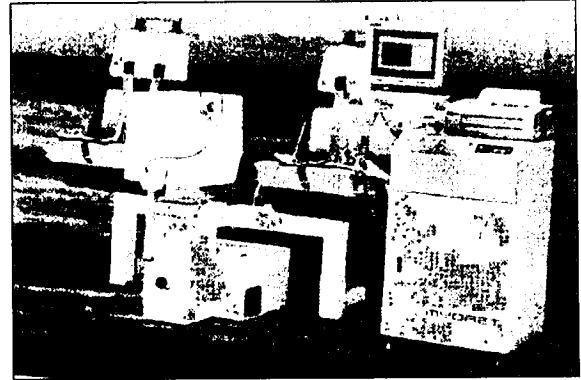


図 1 上 等速性筋力測定装置 MYORET RZ-450
下 測定姿勢

3. 分析方法

統計処理には SPSS (Ver.13.0) for Windows を使用した。Pearson の相関係数で 50m 走タイムと等速性筋力測定値の相関関係を検討した。

また、50m 走タイムにより被験者 80 名を上位 20 名、中間 20 名、下位 20 名の 3 グループに分け、50 走タイム、等速性筋力測定値の平均値の差を検定するために一元配置分散分析を行い、その後に多重比較 (Tukey の HSD 法) を行った。

III. 結果および考察

1. 50 m 走能力と等速性筋力の測定結果

1) 50 m 走能力

被験者 80 名の 50 m 走記録は、平均タイム 6.9 秒、標準偏差は、0.3 であった。測定は、陸上競技のスタート技術を含まないスタンディングスタート法で行った。

文部科学省「平成 17 年度体力・運動能力調査報告書」において新体力テスト 50 m 走の 17 歳全国平均値は、7.28 秒、標準偏差 0.55 であった。新体力テストの 50 m 走ではスタート方法をクラウチングスタート法で実施するが、被験者の 50 m 走平均タイム 6.9 秒と新体力テ

スト17歳50m走全国平均値7.28秒とを比較すると本研究の被験者は全国平均値以上の走能力を有するものであった。

文部科学省の新体力テスト50m走はクラウチングスタート法である。本研究では、スタンディングスタート法であった。これは、本研究の被験者間でクラウチングスタート技術の影響を含まないように配慮したためである。

短距離走の技術のひとつにスタート技術がある。この技術は、定められた距離をいかに速く走るかを競う短距離走において重要な要因となる。しかし、小学生においてクラウチングスタート法を用いても、スタンディングスタートを用いた場合よりも、記録を向上できない実態が明らかになり、後藤(1989)はバイオメカス的に検討した。クラウチングスタート法を活かせない者は、スタート時前足のみでキックしている間の脚伸展動作が、上体を起こすことに繋がり、結果としてキック力を後方よりも下方に向けることになることと報告している。また、このような傾向が小学生においても中・高生においてみとめられた。すなわち、クラウチングスタート法を活かせるかどうかの要因はいずれの年齢においても力の発揮の仕方・動作により生じていたとしている。このことは、クラウチングスタート法を活かせるものと活かせない者では走記録に影響することとなる。

よって本研究では、走記録に影響する被験者のこれまでの経験や専門性を除いたスタンディングスタート法による測定を行った。

2) 等速性筋力

表2は等速性筋力の測定結果である。

等速運動A、等速運動Pともに各運動モードの角速度60deg/sで高い筋力を発揮し、角速度が180deg/s、300deg/sと高くなると発揮筋力が低下した。また、同じ角速度では等速運動Pが等速運動Aよりも高い発揮筋力を示す結果であった。

等速運動Pで屈曲・伸展の-60deg/sでの筋力を100%として他の角速度との筋力を比較してみると、屈曲では-180deg/sで94%の筋力を発揮し、-300deg/sでは84%の筋力を発揮した。伸展では、-180deg/sで89%の筋力を発揮し、-300deg/sでは81%の筋力を発揮した。等速運動Pの屈曲・伸展では角速度が大きくなることによる発揮筋力の低下がほぼ同じ傾向を示した。

等速運動A屈曲・伸展では60deg/sの筋力に対して、屈曲では180deg/sで77%の筋力を発揮し、300deg/sでは62%の筋力を発揮した。伸展では、180deg/sで68%の筋力を発揮し、300deg/sでは53%の筋力を発揮した。等速運動A屈曲・伸展ともに発揮筋力は角速度が

大きくなると低下した。屈曲と伸展を比較すると伸展が屈曲に比べ角速度増加による発揮筋力の低下が大きくなることを示した。

角速度の増加による、各運動モードにおける膝関節屈曲伸展運動に対する発揮筋力の低下は等速運動A伸展が最も大きく、次いで等速運動A屈曲、そして等速運動P屈曲・伸展であった。このことは、求心性筋収縮運動では、動作速度による発揮筋力に対する影響が大きく、遠心性筋収縮運動は動作速度による発揮筋力の影響が小さいことを示している。

表2 等速性筋力測定結果

運動モード	角速度 (deg/s)	等速運動P			等尺運動		等速運動A	
		-300	-180	-60	0	60	180	300
屈曲ピークトルク (Nm)	平均	132.0	147.7	157.5	118.8	126.2	97.1	78.1
	標準偏差	25.6	27.0	28.4	23.9	20.9	16.1	14.3
伸展ピークトルク (Nm)	平均	199.4	220.6	247.6	252.2	207.9	141.2	109.2
	標準偏差	41.6	45.4	49.2	38.1	25.3	17.7	15.2
屈曲ピークトルク/体重比 (1000Nm)	平均	208.4	234.7	250.4	188.4	200.7	154.3	124.2
	標準偏差	34.8	37.6	39.5	32.6	28.6	22.2	20.7
伸展ピークトルク/体重比 (1000Nm)	平均	316.7	351.3	394.6	399.8	330.6	224.7	174.0
	標準偏差	58.3	66.9	78.5	64.2	32.1	22.0	21.4
脚伸筋筋力の発揮筋力に対する割合 (%)	平均	67.9	68.3	64.9	47.8	60.9	69.0	72.1
	標準偏差	14.1	13.0	12.1	9.3	7.5	9.5	12.7

P: Passive
A: Active

n=90

2. 50m走タイムと等速性筋力との関係

表3は50m走タイムと等速性筋力との相関係数を示した。

1) 50m走測定値と屈曲ピークトルクとの関係

等速運動Pは、角速度-60deg/sで $r=-0.22$ の値でやや相関があった。他の角速度ではほとんど相関がない結果であった。

等速運動Aでは、角速度60deg/sが $r=-0.27$ 、180deg/sで $r=-0.32$ 、300deg/sでは $r=-0.29$ といずれの角速度でもやや負の相関があった。角速度180deg/sと、300deg/sでは有意な相関がみられた。

等尺運動はほとんど相関がなかった。

表3 50m走タイムと等速性筋力との関係

50m走タイムと筋力測定値との相関係数 (n=90)	等速運動P			等尺運動		等速運動A	
	-300	-180	-60	0	60	180	300
屈曲ピークトルク	-0.08	-0.19	-0.22	-0.004	-0.27	-0.32	-0.29
伸展ピークトルク	-0.09	-0.06	-0.26	-0.201	-0.30	-0.22	-0.38
屈曲ピークトルク/体重比	-0.08	-0.21	-0.24	0.023	-0.28	-0.31	-0.31
伸展ピークトルク/体重比	-0.28	-0.27	-0.26	-0.219	-0.38	-0.31	-0.31
脚伸筋筋力の発揮筋力に対する割合	0.23	0.11	0.07	0.18	-0.07	-0.10	-0.02
脚伸筋筋力の発揮筋力に対する割合 (ジュニア俊秀選手)	67.9%	68.3%	64.9%	47.8%	60.9%	69.0%	72.1%
脚伸筋筋力の発揮筋力に対する割合 (ナショナル代表選手)	48.0%	62.1%	74.4%	78.0%	74.4%	74.4%	78.0%
脚伸筋筋力の発揮筋力に対する割合 (代表選手)	62.0%	62.0%	60.0%	67.2%	62.0%	60.0%	67.2%

*小笠原道：2005年代表選手(ナショナル)との比較
**小笠原道：2005年代表選手(ナショナル)との比較
(1)小笠原道(代表選手) 19歳、身長170cm、体重60kg

● 相関係数がある(±0.2~±0.4)
○ かなり相関がある(±0.4~±0.7)
○ 相関係数は 5%水準で有意
●● 相関係数は 1%水準で有意

2) 50 m 走測定値と伸展ピークトルクとの関係

等速運動 P は、角速度-60deg/s と-180deg/s で $r=-0.26$ 、-300deg/s は $r=-0.29$ とやや負の相関があった。また、すべてに有意な相関であった。

等速運動 A では、角速度 60deg/s が $r=-0.30$ 、180deg/s で $r=-0.32$ 、300deg/s では $r=-0.38$ とやや負の相関があった。また、すべてにおいて有意な相関がみられ、角速度が速くなると相関係数が高くなる傾向を示した。等尺運動はほとんど相関がなかった。

3) 50 m 走測定値と屈曲ピークトルク体重比との関係

等速運動 P は、角速度-60deg/s で $r=-0.24$ 、-180deg/s で $r=-0.21$ とやや負の相関があった。角速度-300deg/s はほとんど相関がなかった。

等速運動 A では、角速度 60deg/s が $r=-0.29$ 、180deg/s で $r=-0.34$ 、300deg/s では $r=-0.31$ とやや負の相関があった。また、すべてにおいて有意な相関がみられた。

等尺運動はほとんど相関がなかった。

4) 50 m 走測定値と伸展ピークトルク体重比との関係

等速運動 P は、角速度-60deg/s で $r=-0.25$ 、-180deg/s で $r=-0.27$ 、-300deg/s は $r=-0.32$ とやや負の相関があった。また、角速度が速くなると相関係数が高くなる傾向を示した。

等速運動 A では、角速度 60deg/s が $r=-0.35$ 、180deg/s で $r=-0.38$ とやや負の相関があり角速度 300deg/s では $r=-0.42$ とかなり負の相関があった。また、すべてにおいて有意な相関がみられ、角速度が速くなると相関係数が高くなる傾向を示した。等尺運動はほとんど相関がなかった。

5) 50 m 走測定値と脚屈曲筋力の脚伸展筋力に対する割合との関係

等速運動 P の、角速度-300deg/s で $r=-0.23$ とやや負の相関があった。他の角速度、および等速運動 A、等尺運動はほとんど相関がなかった。

筋力の絶対値での結果は、等速運動 A の屈曲、伸展および等速運動 P の伸展では各角速度において $r=-0.26$ ~ -0.38 とやや負の相関があった。50m 走測定値と体重比筋力との相関係数では、等速運動 A 伸展で角速度が速くなると相関係数は高くなる傾向であり、同様の結果は等速運動 P にも認められた。そして、体重比筋力等速運動 A 伸展において角速度が最も速い 300deg/s で $r=-0.42$ とかなり負の相関がある結果が得られた。これらの結果から、等速運動 A の伸展筋力及び速い角速度での筋

出力が 50 m 走能力にとって重要であることが明らかとなった。

また、スプリント能力において重要とされる要因がいくつか指摘されているがその中のひとつに、膝関節伸展筋群と屈曲筋群のバランスが重要であると指摘されている。

小林らは (1987, 1989)、筋力測定器サイベックスマシンを用いて陸上短距離のジュニア優秀選手、ソウル五輪代表選手の膝関節の最大伸展筋力と最大屈曲筋力を、角速度 0 deg/s (静的筋力)、60deg/s (低速度)、180 deg/s (中速度)、300 deg/s (高速度) で測定し屈曲伸展比をそれぞれの測定速度で示している。

図 2 は、本研究の被験者と小林らによるジュニア優秀選手およびソウル五輪代表選手の脚屈曲筋力の脚伸展筋力に対する割合を比較した。

本研究の被験者は脚屈曲筋力の脚伸展筋力に対する割合が、60.9% ~ 72.1% の範囲であり、小林らが測定したオリンピック代表選手に比べ低い値であった。したがって、本研究での高校生競技者にとって、スプリント能力を高めるためには脚屈曲筋力の脚伸展筋力に対する割合を高めることが必要であるといえる。

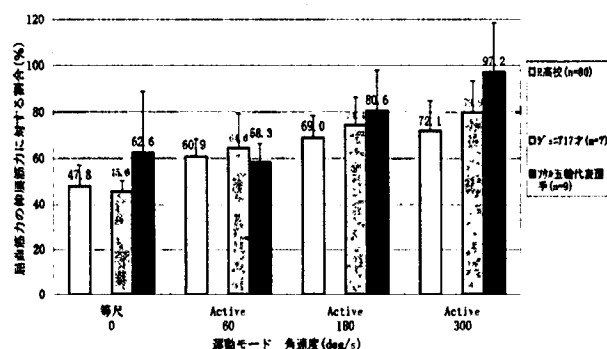


図 2 屈曲筋力の脚伸展筋力に対する割合との比較

3. 走タイムと等速性筋力のグループ間での比較

走タイムと等速性筋力の関係を明確にみるために、被験者 80 名を 50 m 走タイムにより上位 20 名をグループ I、中間 20 名をグループ II、そして、下位 20 名をグループ III とし、3 グループ間を多重比較で比較検討を行い、その後多重比較 (Tukey の HSD 法) で検定をした。

図 3 は 3 グループの平均タイムを示した。平均タイムは、グループ I が 6.5 秒、グループ II が 6.9 秒、グループ III が 7.3 秒であり、各グループ間ではそれぞれ 5% 水準で有意な差がみられた。

図 4 は 3 グループの、伸展ピークトルク体重比を示した。等速運動 A のすべての角速度においてグループ I とグループ III の間で 5% 水準の有意な差が認められた。そ

の他には、顕著な差は認められなかった。

図5は3グループの、屈曲ピークトルク体重比を示した。等速運動AのグループIとグループIIの間で角速度180deg/sと300deg/s間で5%水準の有意な差が認められた。その他には、顕著な差は認められなかった。

屈曲筋力の伸展筋力に対する割合をグループ間で比較してみたが、有意な差は認められなかった。

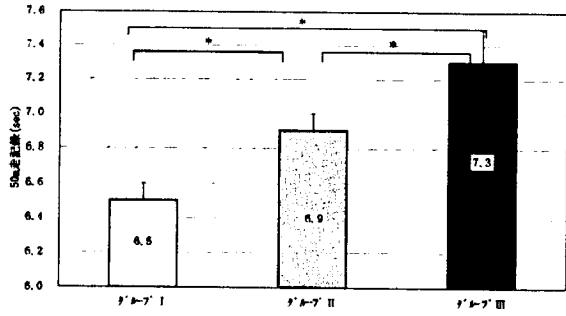


図3 50m走時間のグループ間比較 (各グループ n=20)

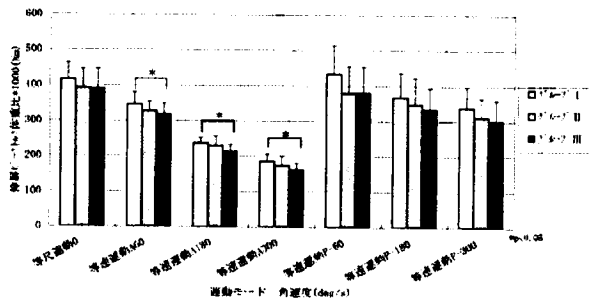


図4 伸屈ピークトルク体重比のグループ間比較 (各グループ n=20) (A:Active P:Passive)

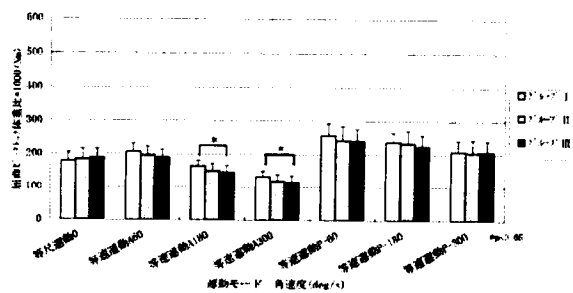


図5 屈曲ピークトルク体重比のグループ間比較 (各グループ n=20) (A:Active P:Passive)

4. グループIの50m走タイムを目標としたグループIIの筋力向上について

本研究では、短距離走能力を向上させる筋力トレーニングの目標値設定が課題のひとつである。高い50m走能力を発揮するためには膝伸展筋力の速い角速度での高い筋力発揮および、脚屈曲筋力の脚伸展筋力に対する割

合を高めることが重要であることが明らかとなった。被験者を走能力で3グループに分け比較検討したところ、50m走平均タイムでは3グループ間に有意差が認められ、筋力においては3グループ間のグループIとグループIIに有意差が認められた。これらの結果をもとに、被験者の短距離走能力を高めるためにどの程度筋力を向上させればよいか検討する。

図6は、グループIの50m走の平均タイムを基準、0として他のグループとの比較を示した。平均タイムは、グループIと比較してグループIIが-5.8%、グループIIIが-11.0%の差があった。

図7はグループIの伸展ピークトルク体重比を基準、0として他のグループとの比較を示した。グループ間で有意な差が認められたグループIIIはグループIと比較して、等速運動Aの60deg/sで-7.9%、等速運動A 180deg/sで-9.4%、そして等速運動A 300deg/sでは-11.7%という結果であった。

図8はグループIの屈曲ピークトルク体重比を基準、0として他のグループとの比較を示した。グループIとグループIIIとの間で有意な差が認められたグループIIIはグループIと比較して、等速運動A 180deg/sで-11.6%、そして等速運動A 300deg/sでは-12.9%という結果であった。

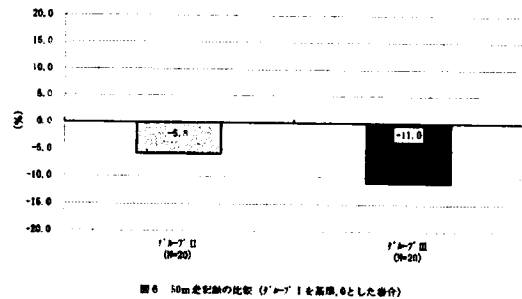


図6 50m走時間の比較 (グループIを基準, 0とした場合)

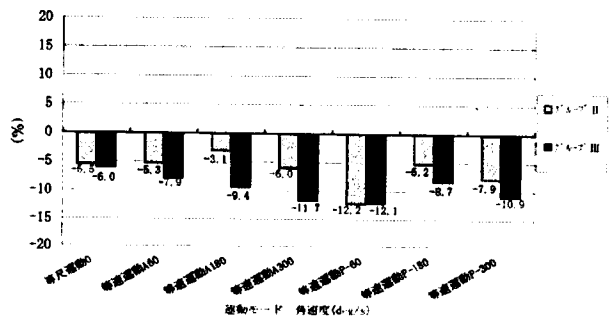


図7 伸屈ピークトルク体重比の比較 (グループIを基準, 0とした場合) (A:Active P:Passive)

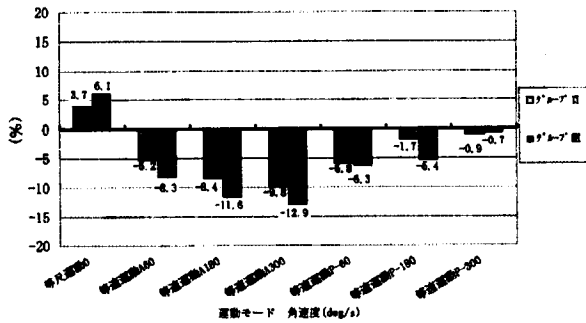


図8 屈曲ピークトルク体重比の比較 (グループ I を基準, 0とした場合) (A:Active P:Passive)

これらの結果と 50 m 走タイムと等速性筋力との相関係数の結果から、グループ I とグループ III において等速運動 A 伸展ピークトルク体重比角速度 300deg/s での -11.7% の差を小さくすることがグループ III の 50 m 走タイムを向上させることとなる。

これらのことから、レジスタンストレーニングにおいては膝伸展筋力の体重比筋力を高める選手個々の負荷設定とトレーニングでの動作スピードが重要となる。

すなわち、本研究のグループ I の 50m 走平均タイム 6.5 秒を目標値に設定するとグループ III は膝伸展筋力の体重比筋力を角速度 300deg/s で 11.7% 向上させる必要があるといえる。

また、等速運動 A 屈曲ピークトルク体重比角速度 300deg/s での -12.9% の差を小さくすることもグループ III の 50m 走タイムを向上させることとなるとみられる。

さらに、本研究のグループ I の 50m 走平均タイム 6.5 秒を目標値に設定するとグループ III は膝屈曲筋力の体重比筋力を角速度 300deg/s で 12.9% 向上させる必要があるといえる。このことは、小林らが指摘する脚屈曲筋力の脚伸展筋力に対する割合を高めることにもなる。

これらのことは、短距離走能力を向上させるための筋力トレーニングの目標値設定となることが示唆できる。

IV. 結論

本研究は M 県公立 R 高校スポーツ科学科 2・3 年次に在籍する男子運動部員 80 名を対象とし、高校生選手の 50 m 走能力と等速性筋力にはどのような関係があるかを明らかにすることと、高校生選手の短距離能力を高める筋力トレーニングの目標値を明らかにし、トレーニングへの示唆を得ることを目的とした。50 m 走タイム測定と、等速性筋力測定を行い、これらの測定結果を比較検討し次の結果が得られた。

1. 50 m 走能力と等速性筋力の測定結果から、等速運動 A 伸展で角速度が速くとなると相関係数は高くなる傾向であり、同様の結果は等速運動 P にも認められた。そして、体重あたり筋力等速運動 A 伸展において角速度 300deg/s で $r=-0.42$ とかなり負の相関がある結果が得られた。

本研究の被験者にとって、等速運動 A の伸展筋力及び速い角速度での高い筋出力が 50 m 走能力にとって重要であることが明らかとなった。

2. 走能力別グループ間の比較から、50 m 走平均タイム 6.5 秒のグループ I と 50 m 走平均タイム 7.3 秒のグループ III において、等速運動 A 伸展ピークトルク体重比で角速度 60・180・300deg/s で有意な差が認められた。

また、等速運動 A 屈曲ピークトルク体重比では 180・300deg/s で有意な差が認められた。

3. 50 m 走タイムを向上させる筋力トレーニングの目標値を検討した。50m 走平均タイム 6.5 秒のグループ I を基準、0 とし、走能力別グループ間で有意な差が認められた平均タイム 7.3 秒のグループ III と筋力測定値を比較したところグループ III はグループ I に対して等速運動 A 伸展ピークトルク体重比で角速度 60deg/s で -7.9%、180deg/s で -9.4%、そして 300deg/s では -11.7% という結果であった。また、等速運動 A 屈曲ピークトルク体重比で角速度 180deg/s で -11.6%、300deg/s では -12.9% という結果であった。

これらのことから、グループ I とグループ III の、等速運動 A 伸展ピークトルク体重比および、等速運動 A 屈曲ピークトルク体重比の差を小さくすることがグループ III の 50m 走タイムを向上させることとなる。

すなわち、グループ III が 50 m タイム 7.3 秒からグループ I の 50 m 走タイム 6.5 秒を目標値として場合、グループ III は筋力トレーニングにおいて角速度 300deg/s で等速運動 A 伸展ピークトルク体重比を 11.7% 向上させること、また、等速運動 A 屈曲ピークトルク体重比を 12.9% 向上させることがトレーニングの目標値として設定できる。

このように、本研究の被験者である運動部に所属する男子高校生 80 名の 50 m 走能力と等速性筋力についてみると、高い走能力を発揮するために膝関節の等速運動 A 伸展での速い角速度における高い筋出力が重要となる。また、脚屈曲筋力の脚伸展筋力に対する割合を高めることが必要であるといえる。

走能力別グループの 50m 走タイムと、脚筋力測定値から筋力トレーニングを行う際の目標値を設定できることが明らかとなった。このことから、トレーニングの示唆

として膝伸展筋力の体重比筋力を高めることと、トレーニングにおける動作スピードが重要となる。

今後、さらに検討を重ね、短距離走能力を向上させるための速い角速度での筋出力を向上させる効果的なトレーニング方法を検討し、高校生競技者、そして指導者にとって役立つ資料を作成したい。

謝辞

本研究をまとめるにあたり、研究指導教員の仙台大学三浦望慶教授、川口鉄二教授、宮西智久助教授に懇切なるご指導を賜りましたことを御礼申し上げます。

さらに仙台大学の教職員、院生すべての皆様に心から感謝いたします。

本研究は被験者のご協力のもとで行われたものであり、協力して頂いた宮城県利府高等学校スポーツ科学科生徒ならびに教職員の皆様に感謝いたします。

文献

- 阿江道良・宮下憲・横井孝志・大木昭一郎・渋川侃二 (1986) 機械的パワーからみた疾走における下肢筋群の機能および貢献度. 筑波大学体育科学系紀要, 9: 229 - 239.
- 阿江通良 (1991) 陸上競技におけるトップアスリートの技術 - 一流短距離選手の疾走フォーム -. 体育の科学, 41: 279 - 284.
- 青木純一郎・佐藤佑・村岡功編 (2001) スポーツ生理学. 市村出版: 東京.
- エドワード・フォックス: 朝比奈一男監訳 渡部和彦訳 (1993) 選手とコーチのためのスポーツ生理学 (11版). 大修館書店: 東京, pp. 97 - 108.
- 後藤幸弘 (1989) 走動作・ボール運動・バランス運動学習の適時期に関する基礎的研究 - クラウチングスタート法, オーバーハンドスロー, ならびに竹馬乗りの練習効果の年齢差について -. 昭和 63 年度文部省科学研究費補助金研究成果報告書
- Hill, A. V. (1938) Heat of shortening and the dynamic constants of muscle. Proc. Roy. Soc. B 126: 136-195.
- 伊藤章・斉藤昌久・洲本隆文 (1997) スタートダッシュにおける下肢関節のピークトルクとピークパワー, および筋放電パターンの変化. 体育学研究, 42: 71 - 83.
- 金子公宥・福永哲夫編 (2004) バイオメカニクス - 身体運動の科学的基礎 -. 杏林書院: 東京, pp. 50-207.
- 金子公宥 (2005) バイオメカニクス 50 年の回顧と展望. 体育学研究, 50: 61 - 78.
- 勝田茂編 (2000) 運動と筋の科学. 朝倉書店: 東京, pp. 128 - 139
- 加藤健一ほか (1999) ジュニアスプリンターの疾走能力の発達に関する縦断的研究. 体育学研究, 44: 360 - 371
- 加藤健一ほか (2001) 優れた小学生スプリンターにおける疾走動作の特徴. 体育学研究, 46: 179 - 194
- 小林寛道編・宮下充正監修 (1990) スポーツ科学ライブラリー・3走る科学. 大修館書店: 東京, pp. 136-141.
- 小林寛道・松井秀治 (1987) 陸連ジュニア選抜選手の体力 上. 陸上競技マガジン, 3月号: 138 - 142.
- 小林寛道・松井秀治 (1987) 陸連ジュニア選抜選手の体力 下. 陸上競技マガジン, 4月号: 88 - 93.
- 小林寛道・松井秀治 (1988) ジュニア強化選手の体力. 陸上競技マガジン, 5月号: 170 - 173.
- 西園秀嗣 (2004) スポーツ選手と指導者のための体力・運動能力測定法 - トレーニング科学の活用テクニック. 大修館書店: 東京, pp. 22 - 27.
- 中村哲・伊澤鉄也・若山章信編 (2001) からだを動かすしくみ. 杏林書院: 東京, pp. 101 - 119.
- 小田伸午 (2005) スポーツ選手なら知っておきたい「からだ」のこと. 大修館書店: 東京, pp. 62 - 65.
- 鈴木正之 (2002) 筋力トレーニング科学の理論と実際. 黎明書房: 名古屋, pp. 93 - 96.
- 横江清司・山賀寛・浦辺幸夫・小林寛和・中ノ瀬友乃・三浦隆行 (1991) スポーツ選手における MYORET の使用経験. J. Physical Medicine, 2: 42 - 48
- 田川武弘・品川亮太・高本義国・上林睦・藤井範久・福岡正信 (1994) 陸上競技選手の下肢等速性筋力とその評価基準. トレーニング科学, 6: 73 - 79.
- トム・エッカー: 澤村博 監訳 安井年文・青山清英 訳 (2004) 基礎からの陸上競技バイオメカニクス. ベースボール・マガジン社: 東京, pp. 59 - 69.
- トレーニング科学研究会編 (1989) 競技力向上のスポーツ科学 I. 朝倉書店: 東京, pp. 19 - 37.
- Waser, J. (1985) Techniktraining beim Laufen. Leistungssport 15: 34-38.