

陸上競技短距離選手における疾走速度, ストライドおよびピッチと メディシンボール投げ能力との関係

酒井一樹¹⁾, 吉本隆哉²⁾, 山本正嘉³⁾

¹⁾鹿屋体育大学体育学部

²⁾鹿屋体育大学大学院

³⁾鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

キーワード: 疾走能力, 伸張-短縮サイクル(SSC), 力発揮

論文概要

大学男子陸上競技短距離選手11名を対象として, 50m走の疾走能力と3種類の重さ(1kg, 2kg および 3kg)の各メディシンボール投げ能力(投擲距離)との関係について検討した. 両者の間には, ボールの重さによらず, 有意な正の相関が見られたが, ボールの重さが重い方(2kg および 3kg)が, より高い関連性を示した. 0-50m 区間を細分化して見た場合には, スタート直後の 0-5m 区間を除くほぼすべての区間で, 平均疾走速度と各メディシンボール投げ能力との間に有意な相関が見られた. また, 疾走速度の構成要因であるストライドとピッチの 2 成分に分けて各メディシンボール投げ能力との関係を検討した結果, 平均ストライドについては多くの区間で有意な相関が見られたが, 平均ピッチについては相関が見られなかった. 以上のことから, 1kg よりも 2-3kg のメディシンボールを用いた全力投擲のトレーニングを行うことにより, ストライドの増大を介して短距離選手の疾走能力を改善できる可能性があると考えられた.

スポーツパフォーマンス研究, 5, 226-236, 2013 年, 受付日:2012 年 3 月 18 日, 受理日:2013 年 10 月 5 日
責任著者:吉本隆哉 〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水 1 鹿屋体育大学 yoshimoto@nifs-k.ac.jp

Relationship between sprint ability, stride, pitch and throwing medicine ball ability in male sprinters

Kazuki Sakai¹⁾, Takaya Yoshimoto²⁾, Masayoshi Yamamoto³⁾,

¹⁾ Faculty of Physical Education, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

²⁾ Graduate School, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

³⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key Words: running speed, stretch-shortening cycle (SSC), power exertion

[Abstract]

The present study investigated the relation between the sprint ability of 50 meters and the throwing distance of the medicine ball (weighing 1 kg, 2 kg, and 3 kg) by 11 college male sprinters. The results revealed a significant positive correlation between the sprinters' sprint speed and the throwing distance of the medicine ball, regardless of the weight of the medicine ball. The relationship was stronger for the 2 kg and 3 kg medicine balls. When the 50 meters were divided, all phase except the 0 to 5 meters showed a significant correlation between the average sprint speed and the throwing distance of the medicine ball. When sprint speed was divided into stride and pitch, the average stride was significantly correlated with the throwing distance of the medicine ball in many of the phase, but no significant correlation was found with the average pitch. These results suggest that training using a medicine ball of 2-3 kg, rather than 1 kg, might improve the sprint speed of sprinters through increasing their stride.

I. 緒言

陸上競技の100m走に代表される短距離走では、最大疾走速度を高めることがパフォーマンスを決定づける大きな要因となる(阿江ら, 1994; 杉田, 2003; 松尾ら, 2008). そして、そのためには、下肢の stretch-shortening cycle (SSC)を利用した爆発的な力発揮能力を高めることも重要となる(Armstrong, 1993; 関子, 2000; 池端ら, 2008; 岩竹ら, 2009).

指導書では、この能力を高めるトレーニング手段の1つとして、メディシンボール投げが紹介されている(Dintiman et al., 1997). それによると、体重の1-2%および5-6%の重さのメディシンボールを交互に用いると有効であると記載されている. 先行研究では、三本木ら(2011)が、陸上競技の短距離走、跳躍、投擲および中長距離走の選手を対象として、30m 走の疾走能力と5kg(被検者の平均体重の8%)のメディシンボール投げ能力との関係を検討し、両者の間には有意な相関が見られたと報告している.

しかし、この先行研究以外には、両者の関係を実証的に検討した研究は見られない. 今後、両者の関係をさらに検討していくにあたり、以下の4点に配慮する必要があると考えられる. 1) 疾走能力がより等質で、しかも高いレベルにある短距離競技者のみを対象とした検討、2) 疾走能力とメディシンボールの重量についての検討、3) 加速疾走局面と考えられている30m(土江, 2008)までの研究に加えて、30m 以降の最大疾走局面も対象とした検討および 4) 疾走速度を構成する要素であるストライドとピッチに着目した検討.

そこで本研究では、大学男子陸上競技短距離選手を対象として50m 走を行わせ、その際の疾走速度、ストライドおよびピッチを算出し、これらの諸変量に対して、3種類の重さ(1kg, 2kg および3kg)のメディシンボール投げの投擲距離がどのような関係を示すのかについて明らかにすることを目的とした.

II. 方法

A. 被検者

被検者は、大学男子陸上競技短距離選手11名(年齢 20.3 ± 1.1 歳, 身長 174.6 ± 4.6 cm, 体重 65.4 ± 3.6 kg, 100m 走の最高記録 11.53 ± 0.52 秒)とした. 被検者には、予め本研究の主旨と内容について説明し、実験参加への同意を書面で得るとともに、データの発表についての了承を得た.

B. 50m 走における疾走速度、ストライドおよびピッチの評価

本実験は、全天候型陸上競技場を利用し、ほぼ無風の条件下で実施できるよう配慮した. 被検者には、十分なウォーミングアップを行かせた後、クラウチングスタートから50mの全力疾走を行かせた.

図1に示すように、カメラ映像を用いて被検者がスタートから5m, 10m, 20m, 30m, 40m および50m 地点を通過するタイムを算出できるよう、走路とカメラの間にポールを立てた. ハイスピードカメラ(CASIO社製, EX-F1, 撮影速度300Hz, シャッタースピード1/1600s)を用いて、走路の側方よりスタートから50m 地点までの被検者のパンニング撮影を行った. スタートはスターターピストルの煙がカメラに映った瞬間とし、各区間の通過タイムは被検者がポールを通過する際の時刻にて計測を行った.

各地点の通過タイムから各区間タイムを算出した. 区間距離を区間タイムで除することにより、0-5m, 5-10m, 10-20m, 20-30m, 30-40m, 40-50m および0-50mの各区間における平均疾走速度を、疾走能力の指標として算出した. 各区間において、スタートおよびポールを通過した直後の

接地を1歩目の接地とし, 次のポールを通過した直後の接地までの歩数と所要時間から各区間の平均ピッチを算出した. また, 各区間において平均疾走速度を平均ピッチで除することにより各区間の平均ストライドを算出した. 本研究では, 各測定に最低2日以上の間隔をあげ, 計3本の50m走を行わせ, 一番良いタイムの試技データを分析に用いた.

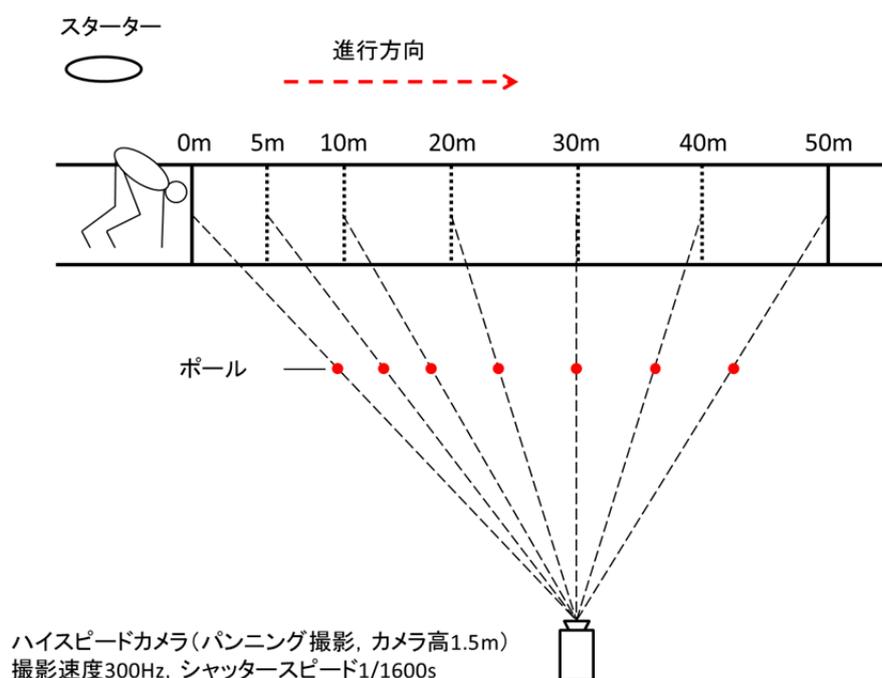


図1. 本研究における測定方法

C. メディシンボール投げの投擲距離の評価

被検者は, 十分なウォーミングアップを行った後, 1kg, 2kg および 3kg のメディシンボール投げを実施した. メディシンボール投げの動作については, 図2に示すように両手でメディシンボールを保持し, 反動動作を用いて投擲を行うよう指示した. 本研究では, 1kg, 2kg および 3kg の順番でメディシンボール投げをそれぞれ2回ずつ行わせ, それぞれの重さにおける投擲距離の最高値をメディシンボール投げの能力の指標として分析に用いた.



図2. メディシンボール投げの投擲動作

D. 統計処理.

測定値はすべて平均値±標準偏差で示した. 3種類のメディシンボール投げの投擲距離と50m走における各区間の平均疾走速度, 平均ストライドおよび平均ピッチとの関係を検討するために, ピアソンの積率相関係数(r)を用いた. すべての統計処理は, 統計処理ソフト(SPSS Japan 製, IBM SPSS Statistics 20)を用いて行った. 有意水準は5%とした.

III. 結果

50m走における区間最大疾走速度は $9.29 \pm 0.50 \text{ m/s}$ ($8.52\text{--}10.31 \text{ m/s}$)であった. 図3に, 各区間の平均疾走速度, 平均ストライドおよび平均ピッチを示した. 平均疾走速度と平均ストライドは走行区間が進むにつれて増大したが, 平均ピッチについては5-10m区間以降, ほぼ同じ値で推移した.

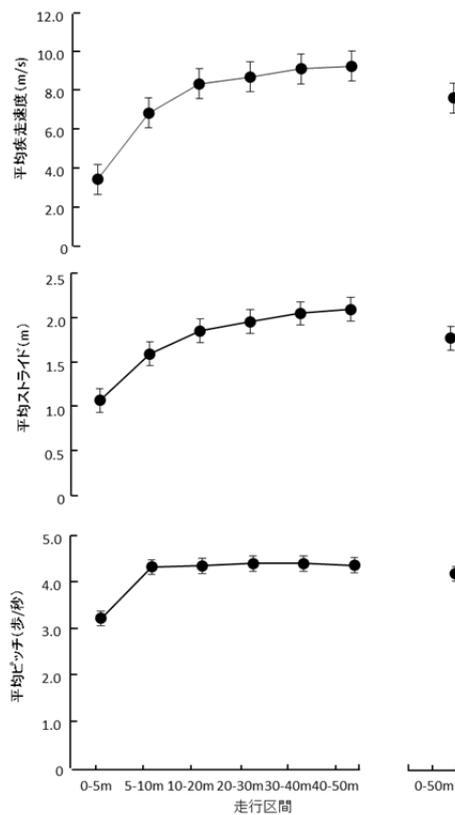


図 3. 50m 走における各区間の平均疾走速度, 平均ストライドおよび平均ピッチ

3種類のメディシンボール投げの投擲距離は, 1kgの時に $19.76 \pm 2.61 \text{ m}$, 2kgの時に $16.40 \pm 1.58 \text{ m}$, 3kgの時に $12.74 \pm 1.33 \text{ m}$ であり, ボールの重さが重くなるほど低下した.

図4は, 各区間の平均疾走速度, 平均ストライドおよび平均ピッチと3kgのメディシンボール投げの投擲距離との相関係数をそれぞれ示したものである. 平均疾走速度について見ると, 0-50m区間では $r=0.74$ と, 有意な正の相関が見られた. これをより細かい区間別に見ると, 0-5m区間では有意な相関関係が見られなかったが, 5-10m区間では $r=0.87$ という最も高い相関が見られ, その

後はやや低下するものの 40-50m 区間まで $r = 0.61-0.76$ の有意な正の相関が維持されていた。平均ストライドについても、0-50m 区間では $r=0.77$ であり、0-5m 区間と 20-30m 区間を除くすべての区間で有意な正の相関が見られた。一方、平均ピッチについては、どの区間においても有意な相関は見られなかった。

図 5 は、2kg のメディシンボール投げについて、図 4 と同様の表し方で示したものである。関係の傾向は 3kg のメディシンボールの場合とよく似たものであった。

図 6 は、1kg のメディシンボール投げについて、図 4 と同様の表し方で示したものである。関係の傾向は 3kg や 2kg のメディシンボールの場合とよく似たものであったが、相関係数の大きさはやや小さくなった。

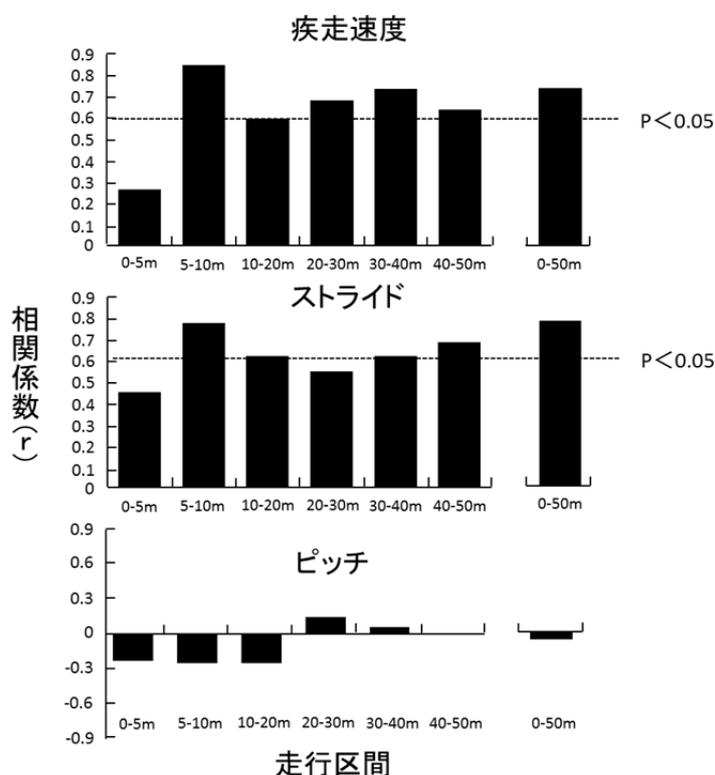


図 4. 50m 走における各区間の平均疾走速度, 平均ストライドおよび平均ピッチと 3kg のメディシンボール投擲距離との相関係数

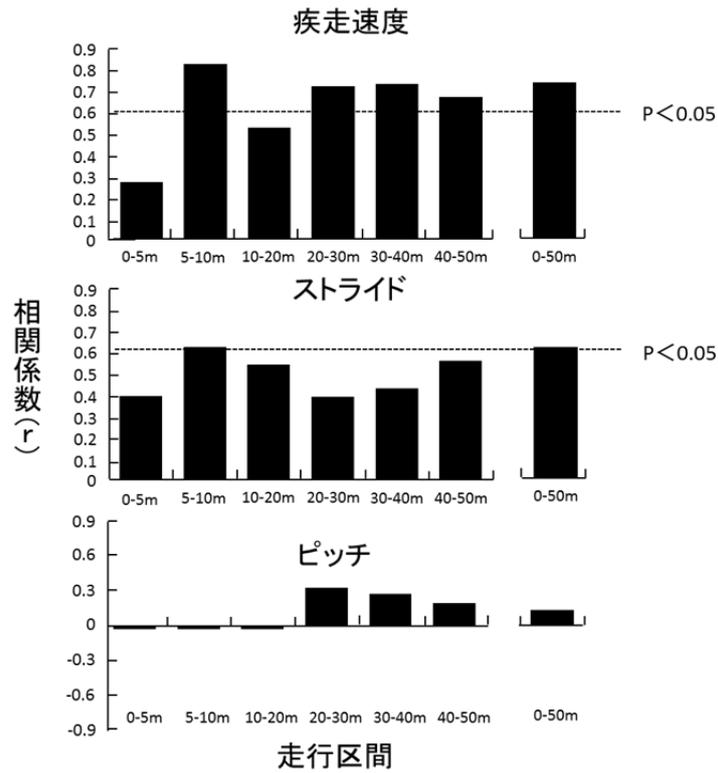


図 5. 50m 走における各区間の平均疾走速度, 平均ストライドおよび平均ピッチと 2kg のメディシンボール投擲距離との相関係数

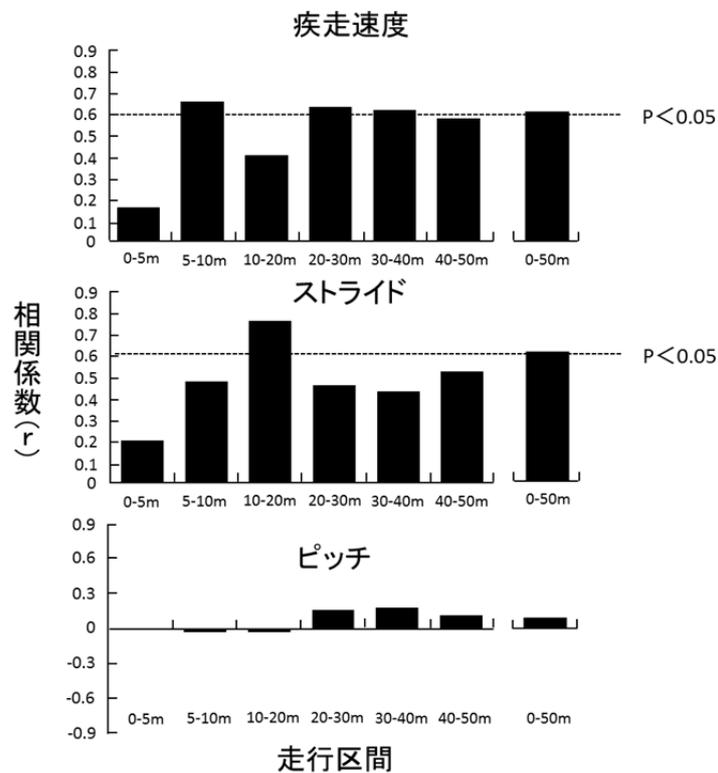


図 6. 50m 走における各区間の平均疾走速度, 平均ストライドおよび平均ピッチと 1kg のメディシンボール投擲距離との相関係数

IV. 考察

本研究で対象とした被検者の100m走の最高記録は 11.53 ± 0.52 秒であり、区間最大疾走速度は 9.29 ± 0.50 m/s ($8.52-10.31$ m/s)であった。松尾ら(2008)の最大疾走速度から100m走の記録を予測する式を用いて計算すると、 9.29 m/sは11.67秒に相当する。したがって、被検者は本実験において十分なパフォーマンスを発揮し、先行研究(金高ら, 2010)で対象としている一般的な大学男子陸上競技短距離選手の競技力と同程度であったと考えられる。

1) 区間別に見た時の関係

0-50m区間の平均疾走速度と各メディシンボール投げの投擲距離との間には有意な相関が見られた(図4, 5および6)。これをより細かい区間別に見ていくと、0-5m区間以外のほぼすべての区間で有意な相関が見られた。

100m走の場合、一般的に加速区間と最大速度区間があるとされ、その境界はおよそ30m地点であると考えられている(土江, 2008)。本研究の結果では、30m以前の区間でも(ただし0-5m区間を除く)、また30m以後の区間でも、平均疾走速度と各メディシンボール投げの投擲距離との間には有意な正の相関が見られた。したがって、メディシンボール投げ能力は、加速区間、最大速度区間のどちらにおいても疾走能力と高い関連性を持つと言える。

加速区間で高い関連が見られた理由としては、次のようなことが考えられる。伊藤ら(1997)は、100m走におけるスタート直後の加速区間は、筋放電が極めて高いと報告している。これは、加速区間の疾走速度の獲得に爆発的な発揮パワーが重要であると解釈できる。また、土江(2011)は、加速区間では前傾姿勢による地面に対する力発揮が疾走速度獲得の重要な要素となると述べている。メディシンボール投げの投擲動作は、体幹および下肢を屈曲させ、前傾姿勢を取り、その後、前方向に重心を移動させながら体幹および下肢の伸展を行うことで前方向にメディシンボールを投擲する(図2)。このような身体の力発揮動作は、前傾姿勢での加速区間のフォームと類似しており、このことが5-10m区間の平均疾走速度とメディシンボール投げの投擲距離との間に高い相関係数が見られた理由の一つと考えられる。

また、最大速度区間で深い関連が見られた理由としては、次のようなことが考えられる。最大速度区間での運動パフォーマンスに関わる要因として、ハムストリングスの筋力発揮の重要性が指摘されており、疾走速度とハムストリングスの筋力との間には有意な相関が見られる(渡邊, 2006)。そしてメディシンボールの投擲を行う際には、ハムストリングスを構成する1つである半腱様筋に筋放電がみられる(伊澤ら, 2004)。これらのことを併せて考えた場合、全力疾走における疾走動作とメディシンボール投げの投擲動作とでは、ハムストリングスの筋力発揮という点で共通性を持つといえる。このことが、最大速度区間のほぼすべての区間において、平均疾走速度とメディシンボール投げの投擲距離との間に有意な相関が見られた理由の一つと考えられる。

一方、0-5m区間においてはボールの重さによらず有意な相関が見られず、相関係数は比較的低かった(図4, 5および6)。100m走では、ピストルの合図から動き始めるまでのスタート時の反応時間(リアクションタイム)は、約0.15-0.19秒であると報告されている(野崎ら, 2003)。本研究では0-5m区間タイムは 1.46 ± 0.04 秒であった。したがって、筋パワーとは直接関係のないリアクションタ

タイムが0-5m 区間タイムの1割程度を占めていると推察される。このことが影響して、0-5m 区間では有意な相関が見られず、他区間よりも相関係数が低くなったと考えられる。

2) ストライドおよびピッチとの関係

本研究では、0-50m 区間および細分化した各区間において、メディシンボール投げの投擲距離と平均疾走速度の構成要因である平均ストライドと平均ピッチとの関係を検討した。その結果、平均ストライドとの関係については、多くの区間で有意であった。一方、平均ピッチとの関係についてはすべての区間で有意な相関は見られなかった(図 4, 5 および 6)。したがって、メディシンボール投げにおいて出される爆発的なパワー発揮能力は、ピッチよりもストライドと深い関連のあることが推察される。

以上のような結果が得られた理由としては、次のことが考えられる。伊藤(1994)は、ある一定の競技レベルまで達したスプリンターは、ピッチではなくストライドが疾走能力に強く関係すると報告している。また、太田と有川(1999)は、ストライドの増加によって疾走速度が向上すると報告している。一方、ピッチを高めるためには接地時間と滞空時間を短縮させる必要があり(Kunz et al., 1981)、このような動作は爆発的なパワーを必要としないと考えられる。以上のことが、ピッチとの間に関連が見られなかった要因の一つと考えられる。

3) メディシンボールの重さ別にみた関係

Dintiman et al.(1997)は、疾走速度の改善に有効なメディシンボールトレーニングとして、選手の体重の1-2%と5-6%の重量のボールを交互に用いると有効であるとしている。本研究における被検者では、体重の平均値が 65.4 ± 3.6 kgであることから、その1-2%の重量とは1kg前後、5-6%の重量は3-4kgとなる。

本研究の結果、平均疾走速度や平均ストライドとメディシンボール投げの投擲距離との間には、1kg, 2kg および3kg のボールのいずれについても有意な正の相関関係が認められ、Dintiman et al.(1997)の報告を支持する結果であった。ただし、相関係数の大きさを比べると、1kg よりも2kg や3kg のボールの方で高値を示した(図 4, 5 および 6)。したがって、疾走能力の改善をねらいとしてメディシンボールを用いたトレーニングを行う場合、1kg よりも2kg ないし3kg の重さを選ぶことで、より効果的な競技力の向上を促せる可能性があると考えられた。

本研究において1kg よりも2kg や3kg のボールの方で、疾走能力とより高い相関係数を示した理由については、重さが増大するにつれて、短距離走において重要な下肢筋群のより大きな筋力発揮が行われた可能性があるためであると考えられる。

4) 本研究の意義と今後の課題

先行研究では、三本木ら(2011)が陸上競技の短距離走、跳躍、投擲および中長距離走の選手を対象として、疾走能力とメディシンボール投げ能力との間には有意な相関が見られたと報告している。一方、本研究の被検者は、全員が短距離走を専門としていた。このことは、疾走能力に関して専門性の高い短距離選手の集団内においても、短距離疾走能力とメディシンボール投げ能力と

の間には高い関連性があることを意味する。したがって、短距離走を専門とする選手は、通常のトレーニング手段に加えてメディシンボールを用いた全力投げを行うことで、パフォーマンス向上につながる可能性があると考えられた。ただし、本研究では、標本数が11名と少ないことから、得られた結果(相関係数)の信頼性が十分に高いとは言えない。また、メディシンボール投げのトレーニングと疾走能力の変化について、縦断的な検討を行っているわけではない。したがって、今後の検討課題として、標本数を十分に確保した上でトレーニング研究による検証も行っていく必要があるといえる。

V. 結論

大学男子陸上競技短距離選手を対象として、疾走能力とメディシンボール投げ(1kg, 2kg および 3kg)能力との関係を検討した。その結果、両者の間には有意な正の相関が認められた。この相関は、加速区間(30m 以前)でも、最大疾走区間(30m 以降)でも見られた。以上のことから、疾走能力に関して専門性の高い短距離選手の集団内においても、短距離疾走能力とメディシンボール投げの投擲能力との間には高い関連性があることが示唆された。

VI. 引用文献

- ・阿江通良, 鈴木美佐緒, 宮西智久, 岡田英孝, 平野敬晴(1994)世界一流スプリンターの100mレースパターン分析—男子を中心に—. 初版, 佐々木秀幸・小林寛道・阿江通良監修, 世界一流陸上競技者の技術. ベースボール・マガジン社, 東京, pp. 14-28.
- ・Armstrong DF (1993) Power training: The key to athletic success. J Strength Cond Res. 15: 7-11.
- ・Dintiman G, Tellez T, Ward DW (1997) Sports Speed: #1 Program for Athletes. Human Kinetics Publishers. 111-112.
- ・池端宏昭, 枝松 千尋, 川上 雅之(2008)爆発的パワー発揮のメカニズムを探る:RDJ 時の下腿三頭筋の筋腱複合体に着目して. 体力科学, 57:525.
- ・伊藤章, 斉藤昌久, 佐川和則, 加藤謙一, 森田正利, 小木曾一之(1994)世界一流スプリンターの技術分析. 初版, 日本陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班編. ベースボール・マガジン社. pp. 31-49.
- ・伊藤章, 斉藤昌久, 淵本隆文(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.
- ・岩竹淳, 川原繁樹, 北田耕司, 関子浩二(2009)伸長-短縮サイクル理論を応用したプライオメトリックスが疾走能力に与える効果—疾走能力と各種のジャンプ力および脚筋力との構造関係に着目して—. 財団法人 上月スポーツ・教育財団 スポーツ研究助成事業報告書, http://www.kozuki.or.jp/ronbun/spresearch/spres04_iwatake.pdf(参照日 2013年3月10日).
- ・伊澤祐一, 向井直樹, 白木仁, 竹村雅裕, 福田崇, 八十島崇, 花岡美智子, 宮川俊平(2004)メディシンボール投げトレーニングの筋電図学的評価. 体力科学, 53:893.
- ・金高宏文, 松村勲, 瓜田吉久(2010)逆振り子モデルからみたクラウチングスタートとスタンディン

- グスタートの水平速度獲得要因の違い. スプリント研究, 19:19-28.
- ・ Kunz H, Kaufmann DA (1981) Biomechanical analysis of sprinting: decathletes versus champions. Br J Sports Med. 15: 177-181.
 - ・ 松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 土江寛裕 (2008) 男女 100m レースのスピード変化. バイオメカニクス研究, 12:74-83.
 - ・ 野崎忠信, 横倉三郎, 梶原洋子, 伊東浩司 (2003) 陸上競技直走路種目におけるスタート反応時間の考察. 日本体育学会大会号, 54:542.
 - ・ 太田涼, 有川秀之 (1999) 100m レース中の疾走速度, ピッチ, ストライドの変化について—日本と世界一流選手との比較—. 陸上競技研究, 37:8-16.
 - ・ 三本木温, 黒須慎矢 (2011) 陸上競技選手における 30m 走の疾走能力と無酸素性パワーおよび柔軟性との関係. 八戸大学紀要, 42:57-64.
 - ・ 杉田正明 (2003) 陸上競技・トラックレースの分析について (特集 ゲームとレースの分析). バイオメカニクス研究, 7:82-88.
 - ・ 土江寛裕 (2008) スプリント走の各局面に影響をおよぼす体力と技術. 陸上競技研究, 75:2-11.
 - ・ 土江寛裕, 櫛部静二, 平塚潤 (2010) 最大スプリント走時の走速度, ピッチ・ストライド, 接地・滞空時間の相互関係と, 競技力向上への一考察. 城西大学研究年報, 自然科学編, 33:31-36.
 - ・ 土江寛裕 (2011) 陸上競技入門ブック短距離・リレー. 初版, ベースボール・マガジン社, pp. 40-41.
 - ・ 渡邊信晃 (2006) スプリント走パフォーマンスに対する筋力の影響とその性差. 陸上競技研究 67:2-12.
 - ・ 関子浩二 (2000) SSC 理論を応用したトレーニングの可能性 (特集実践的トレーニング科学に向けての提言). トレーニング科学, 12:69-84.
 - ・ 関子浩二, 永原隆, 石井泰光 (2007) スプリントパフォーマンスの向上に対するプライオメトリックスの可能性. スプリント研究, 17:21-31.