

最高疾走速度を定量するメディシンボール投げの至適重量 および投方向の探索

吉 本 隆 哉

要旨： 本研究では、最高疾走速度を定量するメディシンボール投げの至適重量および投方向を明らかにすることを目的とした。被検者は100m走、200m走、400m走、110mハードルおよび400mハードルを専門とする大学男子陸上競技短距離・ハードル選手50名（年齢 19.9 ± 0.8 歳，身長 172.9 ± 5.4 cm，体重 65.5 ± 5.2 kg）であった。被検者には60m走の全力疾走を行わせ、レーザー速度計を用いて最高疾走速度を算出した。1 kg，2 kg，3 kgおよび4 kgにおけるメディシンボールフロント投およびバック投の投擲距離を計測し、それらの能力と最高疾走速度との関係を検討した。その結果、すべての重量におけるメディシンボールフロント投およびバック投の投擲距離は、最高疾走速度との間に有意な相関関係が認められた。バック投の投擲距離と比較して、フロント投の投擲距離の方が最高疾走速度との相関係数が高い傾向にあった。一方で、重量によるスプリント能力との関係性の違いは小さかった。したがって、スプリント能力を定量する際には、フロント投による投擲能力を定量することが望ましく、その重量は1 kgから4 kgであればいずれでもスプリント能力の評価に適していることが明らかとなった。

キーワード： 100m走，短距離走

I. 緒言

陸上競技 100 m走では、最高疾走速度が競技パフォーマンスを左右する要因となる (Mackala, 2006; 松尾ら, 2008)。そのようなことから、陸上競技短距離走の競技スポーツ現場では、スプリント能力を定量するパフォーマンス評価 (図子, 2015) が実施されている。その中では、形態、身体組成、下肢筋群の力発揮能力、ジャンプ能力、無酸素性パワー発揮能力とスプリント能力との関係について数多くの報告がなされている (狩野ら, 1997; Sugisaki et al., 2018; Ema et al., 2019; 吉本ら, 2015, 2020; Yoshimoto et al., 2019)。

形態とスプリント能力との関係について概観すると、身長、体肢長、周径囲はスプリント能力と関連しないことが示されており、特に周径囲については脂肪の影響が大きくなることから、筋の要因を反映できないことが示唆されている (吉本ら, 2020)。身体組成では、体脂肪率はスプリント能力に負の影響が、除脂肪体重は正の影響を与えることが明らかにされている (吉本ら, 2020)。体

脂肪の増大は体重移動を伴う運動である場合にその重さが負荷となる一方、除脂肪体重は関節まわりでトルクを発揮するために必要となるため、上記のような結果が得られたものと想定される。筋の形態的特徴とスプリント能力との関係について明らかにした報告 (狩野ら, 1997; Sugisaki et al., 2018; Ema et al., 2019) では、大腰筋、大臀筋、大腿直筋、内転筋群、ハムストリングスといった筋が大きい者ほどスプリント能力が高く、特に大腿四頭筋と大臀筋の比がスプリント能力を説明する因子となる (Sugisaki et al., 2018)。近年では、トレーニング期前後のスプリント能力と筋の形態的特徴の変化を明らかにした研究も行われており (吉本ら, 2020)、大腰筋、大臀筋および半腱様筋が肥大した者ほど、スプリント能力が向上していたことを示している。このように、スプリント能力に関連する筋の特定が進められており、競技スポーツ現場で活用されている。

下肢筋群の力発揮能力については、等速性股関節屈曲、伸展トルクとスプリント能力との間に有意な相関関係が認められている (渡邊ら, 2000; 吉本ら, 2020)。

Copaver et al., 2013). スプリント運動は、主に股関節において素早い屈曲と伸展を繰り返すことで走速度を獲得するため、その関節まわりで発揮されるトルクと関連がみられたことは妥当であるといえる。下肢を中心にパワーを発揮することで、跳躍運動を遂行するジャンプ能力では、数多くのパフォーマンステストでスプリント能力との関連性が認められている (Misjuk and Viru, 2007; 吉本ら, 2015; Yoshimoto et al., 2019)。その中では、垂直跳、リバウンドジャンプ、立幅跳、立五段跳といった水平・鉛直方向のジャンプ能力がスプリント能力と関連し、特に立五段跳との関連性が強いことを示している (Misjuk and Viru, 2007; 吉本ら, 2015)。さらに、上記のジャンプ能力と全力ペダリング運動における最大無酸素性パワーとスプリント能力との関係を明らかにした報告では (Yoshimoto et al., 2019)、最高疾走速度の説明因子として自転車ペダリングにおける体重当たりの最大パワーが選択されたことを示している。以上のように数多くの項目がスプリントパフォーマンスと関連している。

近年では、メディシンボールフロント投の能力とスプリント能力との関係についても検討が行われている (三本木・黒須, 2011; 酒井ら, 2013; 吉本ら, 2015)。その中で酒井ら (2013) は 1kg ~ 3kg におけるメディシンボール投げの投擲能力と 50m 走における 10m 区間毎の平均疾走速度、ピッチおよびストライドとの関係について明らかにしており、特に 2kg および 3kg が疾走速度およびストライドと強い相関関係が認められたことを示している。

しかしながら、これまでのメディシンボール投げの投擲能力については、フロント投のみを対象としており (酒井ら, 2013; 吉本ら, 2015)、競技スポーツ現場でしばしば実施されているバック投との関係については明らかにされていない。加えて、メディシンボールの重量についても 1 ~ 3kg を対象としており、それ以上の重さで関連性が上がるのか、下がるのかも明らかにされていない。したがって、疾走速度を定量するうえで、最も至適となる重量や方向を検討する必要があるといえる。この点について明らかにすることができ

ば、トレーニング・コーチング現場でメディシンボールにおいてどのような投能力を高めることが重要となるか、トレーニング処方を考えるうえで有用な基礎資料となる。

そこで本研究では、スプリント能力を定量するメディシンボール投げの至適重量および投方向を明らかにすることを目的とする。

II. 方法

1. 被検者

被検者は、100m 走、200m 走、400m 走、110m ハードルおよび 400m ハードルを専門とする大学男子陸上競技短距離・ハードル選手 50 名 (年齢 19.9 ± 0.8 歳、身長 172.9 ± 5.4 cm、体重 65.5 ± 5.2 kg) であった。いずれの被検者も上肢あるいは下肢に障害を有しておらず、筋機能に影響を与えるような薬を服用していなかった。

本実験は、事前に国立スポーツ科学センター倫理委員会の承認を得たうえで行った。測定の実施に先立ち、被検者には、本研究の目的および実験への参加に伴う危険性について十分な説明を行い、実験参加の同意を書面で得た。被検者は、週 5 日以上トレーニングを実施していた。

2. 測定項目

1) メディシンボール投げ

メディシンボール投げは、競技スポーツ現場のパフォーマンス評価、もしくはトレーニングで良く用いられている 1kg、2kg、3kg および 4kg を採用した。メディシンボール投げの測定は、フロント投げおよびバック投げを実施した。投擲動作として、両脚を開き、両手でメディシンボールを保持した状態から、下肢三関節の反動動作を用いて前方向もしくは後方向へ投擲を行うよう指示した。その際、股、膝および足関節の屈曲角度は任意とし、被検者が全力で投擲を行える動作で投擲を実施させた。本研究では、メディシンボール投げを 3 回実施し、スチールメジャーを用いて投擲距離を計測し、最高値を採用した。

2) 最高疾走速度

被検者には、屋内の陸上競技場にてクラウチングスタートから60m走を実施させた。測定の実施に先立ち、被検者毎に全力疾走できるよう、競技会を模した1時間のウォーミングアップを行わせた。疾走速度は、レーザー速度計（LDM301S, フォーアシスト社製）を用いて100Hzでパーソナルコンピューターに取り込んだ。レーザー速度計は、被検者から後方10mに配置し、背部にレーザーを照射することで位置座標を計測した。取り込んだデータを、専用の解析ソフト（FARSD, フォーアシスト社製）によって1Hzのローパスフィルター（4次のバターワース型）で平滑化し、60m走における最高疾走速度を算出した。疾走回数には2回とし、最高値を採用した。2回の試行における最大疾走速度は5%以内であった。

3. 統計処理

すべての測定値は、平均値および標準偏差で表した。60m走における最高疾走速度と1kg, 2kg, 3kgおよび4kgのメディシンボールフロント投およびバック投との関係を明らかにするために、ピアソンの積率相関係数（ r ）を算出した。

すべての統計処理は、統計処理ソフト（IBM SPSS Statistics 20, IBM Japan 製）を用いて行った。いずれの場合も危険率5%未満をもって統計的に有意とした。

Ⅲ. 結果

表1に、1kg, 2kg, 3kgおよび4kgにおけるメディシンボールフロント投およびバック投と最高疾走速度との関係を示す。すべての重量、投方向におけるメディシンボール投げと最高疾走速度との間には有意な相関関係が認められた（ $r = 0.411 \sim 0.673$, $P < 0.05$ ）。

Ⅳ. 考察

本研究では、100m走の競技力を決定する最高疾走速度と、1kg, 2kg, 3kgおよび4kgにおけるメディシンボールフロント投およびバック投の投

表1. メディシンボール投げとスプリント能力との関係

| Maximal sprint velocity | |
|-------------------------------------|--------|
| <i>Front throw of medicine ball</i> | |
| 1 kg | 0.671* |
| 2 kg | 0.669* |
| 3 kg | 0.673* |
| 4 kg | 0.653* |
| <i>Back throw of medicine ball</i> | |
| 1 kg | 0.435* |
| 2 kg | 0.476* |
| 3 kg | 0.411* |
| 4 kg | 0.456* |

* $P < 0.05$

擲距離との関係を明らかにした。その結果、すべての重量、方向の投擲距離と最高疾走速度との間に有意な相関関係が認められたが、バック投と比較してフロント投の方が相関係数が高い傾向にあった。

これまで、メディシンボールフロント投とスプリント能力との関係を明らかにした報告は数多く存在する（三本木・黒須, 2011; 酒井ら, 2013; 吉本ら, 2015）。それらの研究では、1kg, 2kg, 3kgおよび5kgのメディシンボールを対象に検証が行われており、2kgおよび3kgでは0.8程度、1kgで0.6程度、5kgでは0.50の相関係数であることが示されている。本研究では、1kg~4kgのメディシンボールフロント投の投擲距離と、最高疾走速度との相関係数が0.65~0.67であり、メディシンボールの重量によって最高疾走速度との関係が異なるということにはなかった。本研究では、5kgのメディシンボールフロント投との関係について明らかにしていないが、1kgから3kgのメディシンボールフロント投と最高疾走速度との関係を検討した先行研究（酒井ら, 2013; 吉本ら, 2015）と本研究との間で相関係数に相違がみられた要因として、対象としている被検者の競技レベルの違いが挙げられる。本研究の被検者は、最高疾走速度が 9.81 ± 0.39 m/sであった一方で、先行研究で対象としている被検者の最高疾走速度は 9.29 ± 0.50 m/sであった。これを最高疾走速度か

ら100m走の記録を推定する回帰式(松尾ら, 2008)に当てはめると, 本研究は11.34s, 先行研究は11.71sとなる。このことから, 先行研究と比較して本研究では, 高い最高疾走速度を獲得できる被検者を対象としているといえ, スプリント能力の高い集団では, メディシンボールフロント投と最高疾走速度との関係性が下がる傾向にあることを示唆している。

本研究では, メディシンボールバック投と最高疾走速度との関係について明らかにした結果, すべての重量で有意な相関関係が認められた一方, フロント投と比較してその相関係数は低い傾向にあった。スプリント走は, 後ろ方向に地面を蹴ることで, 作用反作用の法則に従い前方向に身体を移動させる運動となる(土江, 2018)。その際には, 下肢筋群を中心とする筋群(大臀筋, ハムストリングス, 下腿三頭筋など)が強く活動する(Howard et al., 2018)。メディシンボールフロント投では, スプリント走時と同様に後方に地面を蹴り, その力をメディシンボールに伝え, 前方向に対象物を投擲する。一方で, メディシンボールバック投では, 投擲方向に対して背を向け, 前方向に地面を蹴ることで後方に対象物を投擲する運動となる。加えて, 前方向の投擲では下肢を屈曲から伸展に切り返した直後にメディシンボールを投射する一方で, 後ろ方向では下肢を中心とする反動動作から, 身体を反ることによってメディシンボールを投射する。また, 前方向と比較してボールを投射する位置も高い。このことは, 下肢筋群の屈曲伸展運動に加えて, 脊柱起立筋や広背筋を中心とする背筋群や上肢の影響も強く受けることが想定される。つまり, スプリント走で活動しない筋群でも力発揮を遂行していることに加え, 異なる方向に力発揮を行っていることと捉えることができ, 結果的にフロント投と比較して相関係数が低くなったものと推察される。

本研究では, 1 kgから4 kgのメディシンボールフロント投およびバック投における投擲距離と最高疾走速度との関係について明らかにしたが, それ以上の重量について検討していない。加えて, 先行研究(三本木・黒須, 2011; 酒井ら, 2013; 吉本ら, 2015), 本研究においてメディシンボー

ル投げとスプリント能力との関係について検討しているが, メディシンボール投の投擲距離を高める方法や, その増大がスプリント能力に与える影響についても不明である。今後, 4 kg以上のメディシンボールにおける投擲能力や, そのトレーニング方法, 効果について検証することが望まれる。

V. 結論

本研究では, スプリント能力を定量するメディシンボール投げの至適重量および方向を明らかにすることを目的とした。その結果, 1 kgから4 kgにおけるメディシンボールフロント投およびバック投と最高疾走速度との間に有意な相関関係が認められ, バック投と比較してフロント投の方が最高疾走速度との相関係数が高い傾向にあった。一方で, 重量による関係性の違いは小さかった。したがって, スプリント能力を定量する際には, フロント投による投擲能力を定量することが望ましく, その重量は1 kgから4 kgであればいずれでもスプリント能力の評価に適していることが明らかとなった。

VI. 引用文献

- Copaver K, Hertogh C, and Hue O. (2012) The effect of psoas major and lumbar lordosis on hip flexion and sprint performance. *Res Q Exerc Sport*, 83: 160-167.
- Ema R, Sakaguchi M, Kawakami Y. (2018) Thigh and Psoas Major Muscularity and Its Relation to Running Mechanics in Sprinters. *Med Sci Sports Exerc*, 50: 2085-91.
- Howard RM, Conway R, Harrison AJ. (2018) Muscle activity in sprinting: a review. *Sports biomechanics*, 17: 1-17.
- 狩野豊・高橋英幸・森丘保典・秋間広・宮下憲・久野譜也・勝田茂(1997) スプリンターにおける内転筋群の形態的特性とスプリント能力の関係. *体育学研究*, 41: 352-359.
- Mackala K. (2007) Optimisation performance though kinematic analysis of the different

- phases of the 100 metres. *N Stud Athletics*, 22: 7-16.
- Misjuk M, and Viru M. (2007) The relationships between jumping tests and speed abilities among estonian sprinters. *Acta Academiae Olympiquae Estoniae*, 15: 9-16.
- 酒井一樹・吉本隆哉・山本正嘉 (2013) 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. *スポーツパフォーマンス研究*, 5: 226-236.
- 三本木温・黒須慎也 (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.
- Sugisaki N, Kobayashi K, Tsuchie H, and Kanehisa H. (2018) Associations between individual lower limb muscle volumes and 100-m sprint time in male sprinters. *Int J Sports Physiol Perform*, 13: 1-19.
- 土江寛裕 (2018) *スプリント学ハンドブック*, スプリント走のバイオメカニクス. 初版, 日本スプリント学会, 西村書店. pp.62-80.
- 渡邊信晃・榎本好孝・大山下圭悟・狩野豊・安井年文・宮下憲・久野譜也・勝田茂 (2000) スプリンターの股関節筋力とパフォーマンスとの関係. *体育学研究*, 45: 520-529.
- 吉本隆哉・大沼勇人・千葉佳裕 (2020) 形態および身体組成とスプリント能力との関係. *皇學館大学教育学部学術研究論集*, 2: 137-143.
- 吉本隆哉・酒井一樹・山本正嘉 (2015) 陸上競技短距離選手を対象とした運動指導現場で用いられる各種コントロールテストと疾走速度, ピッチおよびストライドとの関係. *スプリント研究*, 24: 21-31.
- 吉本隆哉・高橋英幸・杉崎範英・千葉佳裕 (2020) トレーニング期前後のスプリントパフォーマンス向上に伴う筋の形態的特徴の変化. *デサントスポーツ科学*, 40: 196-205.
- Yoshimoto T, Takai Y, Tsuchie H, Chiba Y, Motoshio R, and Kanehisa H. (2019) Ten-second maximal pedaling power is a representative measure for assessing sprint performance. *J Sports Med Phys Fitness*, 59: 1845-1851.
- 関子浩二 (2016) 特集: パフォーマンスを評価する, パフォーマンス構造を理解しトレーニングサイクルを循環させる. 初版, コーチングクリニック, 共同印刷株式会社. pp. 4-7.

Finding the Optimal Weight and Throw Direction of Medicine Ball Throwing to Quantify the Maximal Sprint Velocity

YOSHIMOTO Takaya

Abstract

The purpose of this study was to clarify the optimum weight and throwing direction of the medicine ball throw to quantify the maximal sprint velocity. Fifty young-adult male sprinters and hurdlers took part in this study (height 172.9 ± 5.4 cm, body mass 65.5 ± 5.2 kg). Maximal sprint velocity was measured as indices of sprint performance during the sprint using a laser distance measurement device. The 1kg, 2kg, 3kg and 4kg medicine ball throws in the forward and back direction were measured as physiological variables. As a result, the throwing distances of the medicine ball front throw and back throw at all weights were found to have a significant correlation with maximal sprint velocity. In addition, the correlation coefficient between the throwing distance of the front throw and the maximal sprint velocity tended to be higher than that of the throwing distance of the back throw. On the other hand, the difference in the relationship between weight and sprinting ability was small. Therefore, when quantifying sprinting ability, it is desirable to quantify the throwing ability by front throwing, and it is clear that any weight from 1 kg to 4 kg is suitable for evaluating sprinting ability.

Keywords : 100-m sprint, running