

ハイハードル走における競技力向上のための練習手段に関する研究

桃井 徹 川口 鉄二 勝田 隆 関岡 康雄

キーワード：5歩フルスプリントハードル走, 練習方法, 5ステップハードリング, 高記録, コーチ法

A study on the practice method for performance improvement in high hurdle running

Tohru Momoi Tetsuji Kawaguchi Takashi Katsuta Yasuo Sekioka

Abstract

It may be thought important for high hurdlers to do good hurdling movement in keeping high sprinting speed so as to achieve better performance. High hurdlers must clear with smooth movement 10 hurdles (110m for men, 100m for women), each interval being 9.14m in 3 steps, as fast as possible. In this study, we thought that to get better results it might be helpful for us to try to extend the interval so as to be able to run in 5 steps in maintaining full speed. So, this study was intended to test what influence "5 steps with full speed hurdling" have on the performance of regular high hurdling in terms of undulation and speed of the center of gravity of the body.

Three subjects were all males: subjects' personal records of 110m hurdle in 2002 were 14.17 sec for sub. A, 14.40 sec for sub. B, and 16.45 sec for sub. C. After warming-up each subject tried regular (3-steps) hurdling and 5-steps full-speed hurdling two times each. Measurement of touch-down time and each interval time were made on the 4th hurdle for 3-steps hurdling and on the 3rd for 5-steps hurdling. Sprinting and hurdling form was taken with a digital video camera (VX-2000, SONY), and sample data were analyzed using Matsui's system. The experiment was done in August and September, 2002.

The effect of the experimental practices was evaluated in terms of reduction in the running time in the 3rd interval for the 3-steps hurdling. Reduction of the interval time was recognized for subjects A and B: both of them were high caliber hurdlers who had experienced national level championships, and they were seemed to adjust themselves to new situation with their senses of hurdling, speed and balance. To obtain more concrete result there were needed further improvements in experimental design and instruments.

Key Words: sprint high hurdle practice method 5-steps hurdling
high performance coaching method

I. 研究の目的

近年、我が国における陸上競技の競技力は顕著に向上してきている。これらの競技力の向上は、世界記録に対する日本記録の達成率からもみることができる。男子短距離個人種目の世界記録に対する日本記録の達成率（表1）をみると、全5種目において95%以上という数字を示している。

表1 世界記録に対する達成率（男子短距離個人種目）

種目	世界記録(sec)	日本記録(sec)	達成率(%)
100m	9.78	10.00	97.8
200m	19.32	20.16	95.8
400m	43.18	44.78	96.4
110mH	12.91	13.50	95.6
400mH	46.78	47.89	97.7

しかし、世界記録との差が最も大きい種目が110mハードル（以下、ハイハードル走）であり、達成率は95.6%である。宮下（1991）は、「ハイハードル走の完成について、10年を要する」と述べており、規則的に並べられた10台のハードルを左右非対称の上下肢運動を伴いながらハードルをクリアしていくという特殊な動き（以下、ハードリング）が必要となることから、一般的に「よい動きの獲得に時間のかかる種目」として認識されてきた。しかし、現在の日本記録やアジア記録は10歳代後半や20歳代前半の競技者が出しており、これまでいわれてきた「よい動きの獲得に時間のかかる種目」という説は疑問視されてきている。

日本と世界との記録上の差を埋めるべく様々な研究が行なわれているが、その研究の多くはハードリングに着目した研究が多い。実際のハードル走は、よい動きを高い疾走スピードを維持しながら行なうことが重要であると考えられる。それは、ハードル走（男子110mH、女子100mH、男女400mH）が「スタートからゴールまで、速くスムーズに身体重心を移動させる」という運動課題において短距離種目と共通しているからである。しかし、動きとスピードの両方に着目した研究は少ないのが現状である。ハードル走において疾走スピードを維持又は向上させることのできるのはハードルとハードルで区切られたインターバルの疾走でしかない。スプリント走における疾走スピード向上トレーニングとしてよく用いられるゴムチューブによる牽引走や下り坂を利用した坂下り走をハードル走へ応用することは、物理的な問題や危険度が高く、実施不可能である。

そこで、「5歩フルスプリントハードル走」に着目した。通常、ハイハードル走はインターバル（9.14m）を3歩で走るのであるが、そのインターバルを5歩のフルスプリントで走れる距離に変更し、インターバルでの高い疾走スピード状態でのハードルのクリアランスプラクティスの実施を考えた。スプリント走における牽引走などの疾走スピード向上トレーニングとは異なり、外力によるスピード過多

にはならず、ケガ防止の観点からも効果があると推測される。

本研究の目的は、「5歩フルスプリントハードル走」が実際のハイハードル走にどのような影響を及ぼすのかを身体重心変位と身体重心速度を中心として実証することである。

II. 方法

1. 実験、研究に関する用語の説明と定義

a) 試技A、試技B

試技A：正規のインターバルを3歩で走るハイハードル走

試技B：5歩フルスプリントハードル走

b) 分析対象ハードル

ハイハードル走では、第3～第4インターバルで疾走スピードがトップスピードになるといわれていることから、試技Aの4台目を分析対象ハードルとした。試技Bは、試技Aの4台目とスタートからの距離がほぼ同じになる3台目とした。

c) 踏切・空中・着地局面の定義

ハードリングは、踏切局面から空中局面、そして着地局面へと大きく3つの局面に分けることができる。本研究ではさらに、踏切局面と着地局面をそれぞれ3つの局面に分けることにした（表2）。

表2 踏切・空中・着地局面の定義

踏切局面	踏切接地局面	踏み切り脚が地面に接地した瞬間
	踏切中期局面	踏み切り脚が地面に対して垂直になる中間支持状態
	踏切離地局面	踏み切り脚が地面を離れる瞬間
空中局面	地面から踏み切り脚が離れた瞬間からハードルを越え、着地脚の接地までの最高重心高の局面	
着地局面	着地接地局面	着地脚が地面に接地した瞬間
	着地中期局面	着地脚が地面に対して垂直になる中間支持状態
	着地離地局面	着地脚が地面を離れる瞬間

d) タッチダウンタイム

スタートから各ハードルを越え、着地脚が接地した瞬間（タッチダウン）までの時間。

e) 区間タイム

それぞれのタッチダウンからタッチダウンまでの時間。

表3 区間タイムの表示説明

app.	アプローチタイム。スタートから1台目の着地瞬間までの時間。
1st	第1インターバル。1台目着地瞬間から2台目着地瞬間までの時間。
2nd	第2インターバル。2台目着地瞬間から3台目着地瞬間までの時間。
3rd	第3インターバル。3台目着地瞬間から4台目着地瞬間までの時間。
4-6th	第4~6インターバル。第4~6インターバル。4~6台目着地瞬間から5~7台目着地瞬間までの時間。

本研究における区間タイムの変化の指標として、森田ら(1994)が用いた「最小インターバル(区間タイム)+0.02秒以内」の「速度維持能力の指標」を区間タイムの変化がないものと解釈し、「効果なし」とした。

1. 実験およびデータ処理

a) 被験者

110m ハードルを専門とするハードラー3名を対象に行なった。被験者特性と競技記録は表4に示す。

表4 被験者特性と競技記録

被験者	a		b		c	
	記録(sec)	日本ランキング(place)	記録(sec)	日本ランキング(place)	記録(sec)	日本ランキング(place)
身長(cm)	180		186		180	
体重(kg)	78		90		66	
自己最高記録(year)	13.98 2001	11	13.82 2000	7	16.37 2001	-
2002年度最高記録	14.17	22	14.40	39	16.45	-

被験者 b は、110m ハードルの1997年度日本選手権者である。

b) 実験試技

被験者 a, b, c に、試技 A と試技 B を十分なウォーミングアップの後、全力で行なわせた。実験試技はそれぞれ2回ずつ行い、タイムの良い方を採用した。各ハードルのインターバルについては表5に示す。

表5 各ハードルのインターバル(m)

被験者 実験試技	a		b		c	
	A	B	A	B	A	B
1	9.14	13.7	9.14	13.7	9.14	13.7
2	9.14	13.7	9.14	13.7	9.14	13.7
3	9.14	13.7	9.14	13.7	9.14	13.2
4	9.14	13.7	9.14	13.7	9.14	13.2

試技 B は実験3より被験者の最も走りやすいインターバルをみつけ、その距離で行なった。

ハードルの高さは正規の106.7cmを使用した。

c) 実験日時と場所

実験日時は表6に示すとおりで、実験場所は仙台大学陸上競技場で行なった。

表6 実験日時

実験1 : 2002年8月7日
 実験2 : 2002年8月22日
 実験3 : 2002年9月19日
 実験4 : 2002年9月21日

d) 実験撮影

分析対象とする各ハードルまでの疾走動作をデジタルビデオカメラ(VX-2000, SONY社製)を用い、松井の身体分析点(23点)較正点(4点)をデジタイズし、2次元実長換算法により座標を算出し、2次元分析を行なった。

III. 結果・考察

1. 実験の学習効果が認められる条件

実験の学習効果が認められる条件は、試技 A の3rd 区間タイムの短縮である。

a) 区間タイム

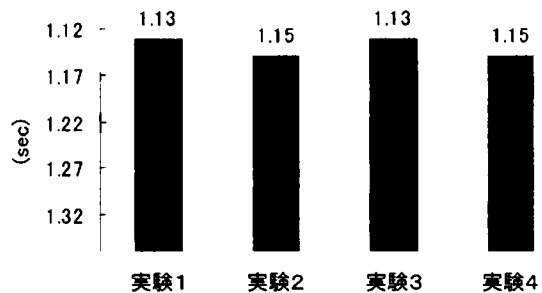


図1 被験者 a の3rd 区間タイム

被験者 a の3rd 区間タイム(図1)は1.13~1.15秒の0.02秒の幅での変化であった。本研究では、区間タイムの

0.02 秒以内の変化は「効果なし」としたことから、被験者 a の 3rd 区間タイムについて、実験の学習効果はみられなかった。

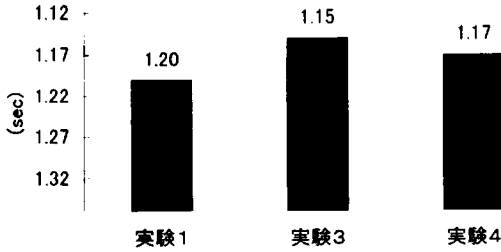


図2 被験者 b の 3rd 区間タイム

被験者 b の 3rd 区間タイム (図2) は 1.15~1.20 秒の 0.05 秒の幅での変化であった。実験3が 1.15 秒で最も良く、実験1が 1.20 秒で最も悪かった。このことから、実験1との比較において、区間タイムは短縮され、被験者 b の 3rd 区間タイムについて、実験を重ねることに区間タイムが短縮されるという実験の学習効果の可能性が示唆された。

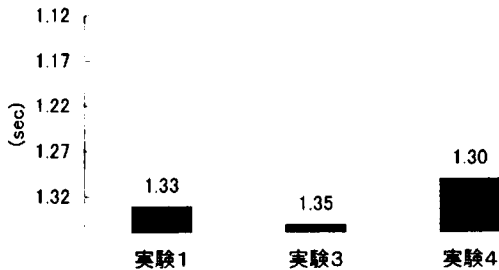


図3 被験者 c の 3rd 区間タイム

被験者 c の 3rd 区間タイム (図3) は 1.30~1.35 秒の 0.05 秒の幅での変化であった。実験4が 1.30 秒で最も良く、実験3が 1.35 秒で最も悪かった。このことから、実験3で若干低下したが、実験4では実験1より区間タイムが短縮され、被験者 c の 3rd 区間タイムについて、実験を重ねることによる区間タイムが短縮されるという実験の学習効果の可能性が示唆された。

試技 A の第 3 (3rd) 区間タイムの変化は、実験ごとに短縮されるという結果は出なかったが、被験者 b と c において、実験1との比較での区間タイムの短縮がみられた。

2. 実験の設定上の条件

実験の設定上の条件は以下の2つである

- ①試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心変位がほとんど同じであること

- ②試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心速度において、踏切局面で試技Bが上回ること

a) 身体重心変位

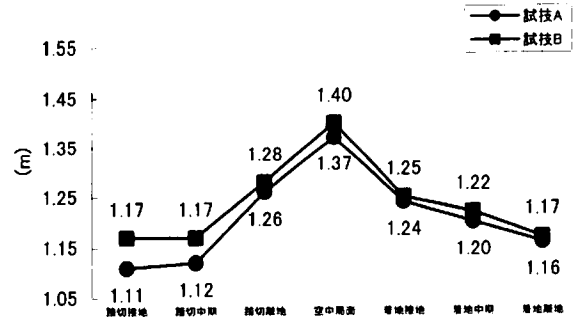


図4 実験1の試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心変位 (被験者 a)

実験1の身体重心変位 (図4) は、0.05m以上の差がある局面は踏切接地局面と踏切中期局面で試技Bの方が高かった。その他の局面は、ほぼ同じ身体重心の軌跡をとっていたと推測できる。

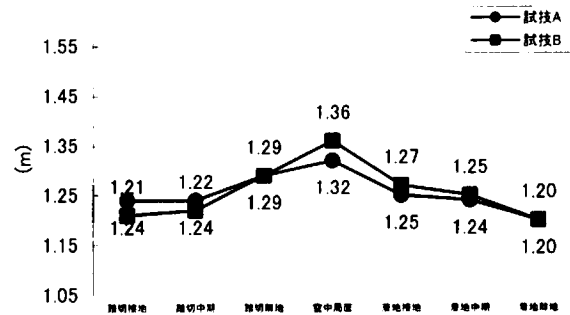


図5 実験2の試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心変位 (被験者 a)

実験2の身体重心変位 (図5) は、0.05m以上の差がある局面はなかった。このことから、ハードリングにおいて、ほぼ同じような身体重心の軌跡であったと推測できる。

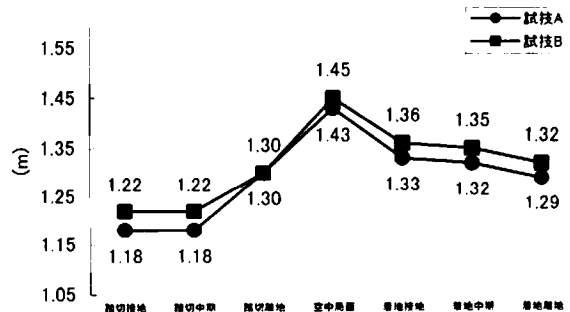


図6 実験3の試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心変位 (被験者 a)

実験3の身体重心変位(図6)は、0.05m以上の差がある局面はなかった。このことから、ハードリングにおいて、ほぼ同じような身体重心の軌跡であったと推測できる。

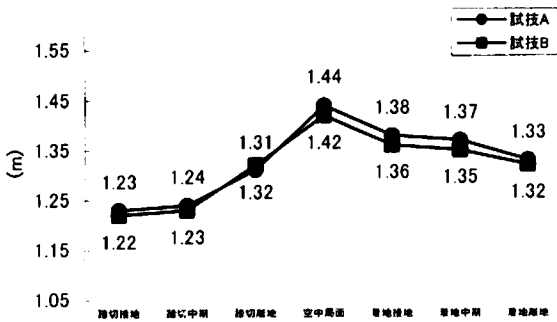


図7 実験4の試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心変位(被験者a)

実験4の身体重心変位(図7)は、0.05m以上の差がある局面はなかった。このことは、ハードリングにおいて、ほぼ同じような身体重心の軌跡であったと推測できる。

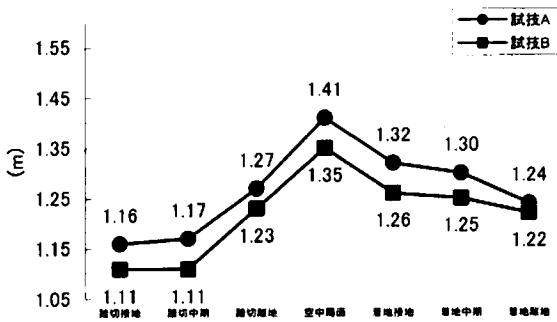


図8 実験3の試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心変位(被験者b)

実験3の身体重心変位(図8)は、0.02~0.06mの幅であり、踏切中期・空中・着地接地局面で0.06mの差があった。それ以外の局面では、ほぼ同じような身体重心の軌跡をとっていたと推測できる。

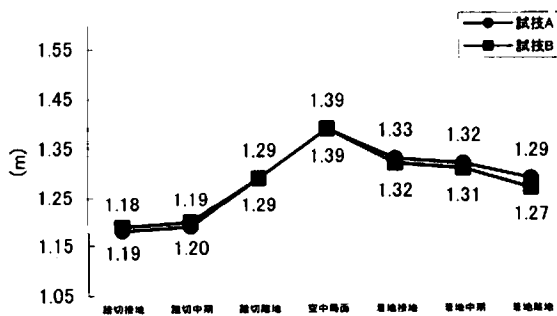


図9 実験4の試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心変位(被験者b)

実験4の身体重心変位(図9)は、0.05m以上の差がある局面はなかった。このことは、ハードリングにおいて、ほぼ同じような身体重心の軌跡であったと推測できる。

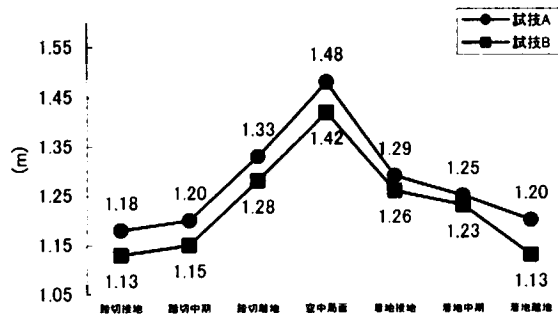


図10 実験1の試技Aの4台目と試技B3台目の身体重心変位(被験者c)

実験1の身体重心変位(図10)は、空中局面と着地離地局面以外は0.05m以下の差であり、試技Aの方が高かった。このことは、ハードリングにおいて、ほぼ同じような身体重心の軌跡であったと推測できる。

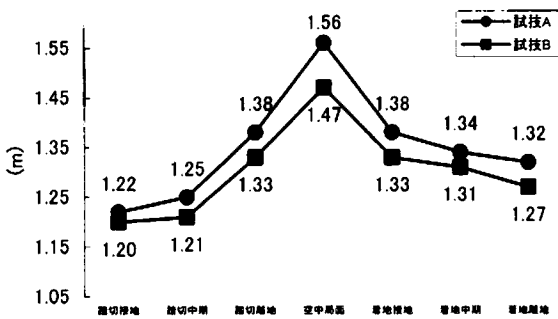


図11 実験3の試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心変位(被験者c)

実験3の身体重心変位(図11)は、空中局面以外は0.05m以下の差であった。このことは、ハードリングにおいて、ほぼ同じ身体重心の軌跡をとっていたと推測できる。

試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心変位については、被験者aはほぼ同じであり、ほとんど同じ動作内容のハードリングであったと推測できる。被験者bとcは、実験3回中2回においてほぼ同じであり、ほとんど同じ動作内容のハードリングであったと推測できる。

b)身体重心速度

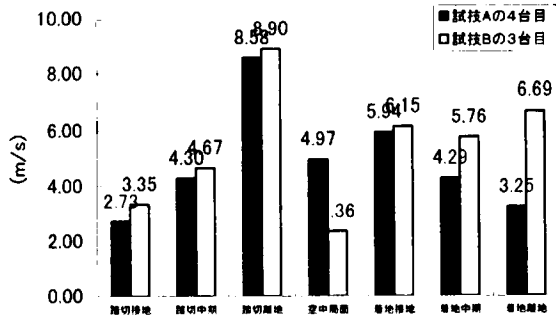


図12 実験2の試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心速度 (被験者 a)

実験2の身体重心速度 (図12) は、踏切局面・着地局面ともに試技Bの方が高かった。

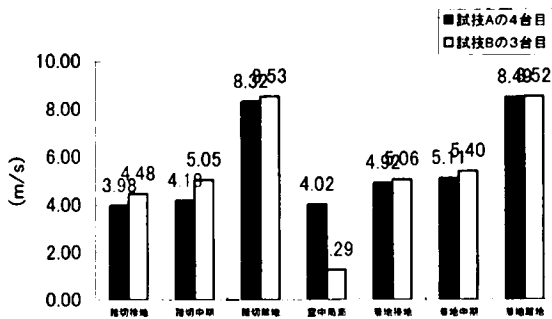


図13 実験3の試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心速度 (被験者 b)

実験3の身体重心速度 (図13) は、踏切局面・着地局面ともに試技Bの方が高かった。

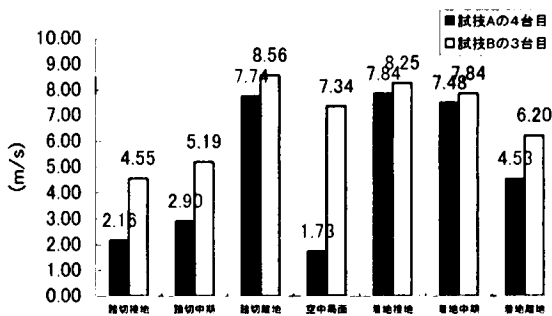


図14 実験4の試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心速度 (被験者 b)

実験4の身体重心速度 (図14) は、どの局面においても試技Bの方が高かった。

試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心速度については、被験者 a は実験4回中1回において試技Bが上回るという効果的な結果がでた。被験者 b は実験3回中2回に

において効果的な結果が出た。被験者 c は試技 B が踏切局面において試技 A を上回ることにはなかった。

IV. 結論

本研究では、5歩フルスプリントハードル走を実験的に行うことにより、ハイハードル走への影響を身体重心変位と身体重心速度を中心に分析・考察を行った。

実験の学習効果が認められる条件をクリアしたのは、被験者3名中2名、被験者 b と c であり、実験1との比較による3rd 区間タイムの短縮がみられた (表7)。

表7 実験の学習効果が認められる条件

	試技Aの3rd区間タイム	実験の学習効果	
被験者 a	実験1	—	
	実験2	変化なし	
	実験3	変化なし	
	実験4	変化なし	
被験者 b	実験1	—	
	実験3	短縮	効果あり
	実験4	短縮	効果あり
被験者 c	実験1	—	
	実験3	変化なし	
	実験4	短縮	効果あり

実験の設定上の条件をクリアしたのは、被験者3名中2名、被験者 a の実験2と被験者 b の実験3・4であった (表8)。

被験者 a と b は、ともに全日本レベルの大会に出場している者であり、このことから、競技レベルの高い競技者は、自己のハードリングの感覚をもっており、スピードやバランス感覚なども柔軟であり、今回のような初めて行なう内容でも対応できたと推測できる。

以上のことから、今回の実験の効果的な結果が出たのは、被験者3名中1名、被験者 b であった。

表8 実験の設定上の条件

	試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心変位について	試技Aの4台目と試技Bの3台目の身体重心速度について	実験の設定上の条件	
被験者 a	実験1	踏切局面以外ではほぼ同じであると推測できる。	着地局面のみ、試技Bの方が高かった。	-
	実験2	ほぼ同じであると推測できる。	試技Bの方が高かった。	クリア
	実験3	ほぼ同じであると推測できる。	着地局面のみ、試技Bの方が高かった。	-
	実験4	ほぼ同じであると推測できる。	着地局面のみ、試技Bの方が高かった。	-
被験者 b	実験1	異なったハードリングであると推測できる。	踏切局面のみ、試技Bの方が高かった。	-
	実験3	ほぼ同じであると推測できる。	試技Bの方が高かった。	クリア
	実験4	ほぼ同じであると推測できる。	試技Bの方が高かった。	クリア
		ほぼ同じであると推測できる。	試技Bの方が高かった。	クリア
被験者 c	実験1	ほぼ同じであると推測できる。	試技Bの高い局面はなかった。	-
	実験3	ほぼ同じであると推測できる。	試技Bの高い局面はなかった。	-
		異なったハードリングであると推測できる。	着地局面のみ、試技Bの方が高かった。	-
	実験4	異なったハードリングであると推測できる。	着地局面のみ、試技Bの方が高かった。	-

V. 課題

今後は、被験者数や実験回数、実験期間の拡大と実験試技の工夫、実験外での5歩フルスプリントハードル走の練習期間の確保といった改善を加え、さらに実験を繰り返していくことが課題として挙げられる。また、動作分析をするうえで、2次元分析では分析上の限りがあり、3次元分析を行う必要がある。

文献

阿部征次 (1992) スプリント・トレーニング・マニュアル。ベースボールマガジン社。

藤井範久・阿江通良・宮下 憲 (1997) ハードリングにおける下肢セグメント間の力学的エネルギーの流れ。身体運動のバイオメカニクス。pp200-205。

月刊陸上競技 (2002) 2001年度記録年鑑。月刊陸上競技。

一川大輔・宮下 憲・関岡康雄 (1999) ハイハードル走における着地動作に関する一考察。陸上競技研究 36。pp50-54。

磯 繁雄・榎本靖士・中田和寿・羽田雄一・阿江通良 (2002) 一流 110m ハードル選手のインターバル走に関するキネマティクスの研究。陸上競技研究 49。pp11-17。

金原勇編著 (1976) 陸上競技のコーチング。大修館。

金子公宏・関岡康雄 (1998) 110メートルハードルの踏切動作に関する基礎的研究。筑波大学体育研究科研究論文集 20。pp205-208。

金子公宏・宮下 憲・大山下圭悟・谷川 聡・鋤柄純忠・大山康彦 (2000) 下肢筋活動から見たハードル走の踏切

動作に関する研究—スプリント動作と比較して—。スプリント研究 10。pp13-23。

松井秀治 (1951) 運動と身体の重心。杏林書院。

宮下 憲 (1991) ハードル。ベースボールマガジン社。

宮下 憲 (1993) 110m ハードルレースに於けるモデルタッチダウンタイムに関する研究。陸上競技研究 14。pp10-20。

宮下 憲・金子公宏・谷川 聡・高松潤二・安井年文・富田 学 (1997) ハイハードル2選手のキネマティックな変化に関する縦断的研究。スプリント研究 7。pp23-38。

森田正利・伊藤 章・沼澤秀雄・小木曾一之・安井年文 (1994) スプリントハードル (110mH・100mH) および男女 400mH のレース分析。第3回世界陸上競技選手権大会バイオメカニクス研究報告書。ベースボールマガジン社。pp66-91。

村木征人 (1994) スポーツ・トレーニング理論。ブックハウス・エイチディ。

串間教郎・小木曾一之・金高宏文・安井年文・青山清英・小倉幸雄 (1996) ハードル走の最大速度区間と速度遷減区間における踏切脚と先導脚の動作の検討。陸上競技研究 25。pp10-17。

尾縣 貢・関岡康雄 (1984) 110mH の効果的な練習法。9.14mのインターバルを5歩で走る練習手段について。陸上競技マガジン 11月号。ベースボールマガジン社。pp148-151。

大山康彦・関岡康雄・宮下 憲・鋤柄純忠 (1980) ハイハードルに関する研究 (第2報)。日本体育学会第31回大会号。p9023。

小野勝次 (1950) 陸上競技の力学。同文書院。

関岡康雄・宮下 憲・鋤柄純忠・大山康彦 (1979) ハイハードルに関する研究 (第1報) 110m ハイハードル走における速度推移に関して。日本体育学会 30。p600。

関岡康雄 (1999) 陸上競技を科学する。道和書院。

谷川 聡 (1998) ハイハードル走の技能レベルの違いに関する研究—走動作の観点から—。筑波大学体育研究科修士論文。

トム・エッカー (1999) 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。

魚住廣信 (1998) 身体機能上から見たハードルテクニックの指導法。スプリント研究 8。pp51-58。

吉田政幸・宮下 憲 (2002) 110m ハイハードル走の踏切における振り上げ脚と支持脚の関連性に関する研究。陸上競技研究 49。pp35-39。