

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 24年 6月 20 日現在

機関番号：34205

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2010

課題番号：19700518

研究課題名（和文） ジュニア期の“けんけん跳躍”導入についての有効性を探る

研究課題名（英文） Study in effective KEN KEN JUMP(horizontal jump by the single leg) of the junior athletes.

研究代表者

志賀 充 (SHIGA MITSURU)

びわこ成蹊スポーツ大学・スポーツ学部・講師

研究者番号：80375469

研究成果の概要（和文）：

本研究の目的は、第1に女性を被験者とし、疾走パフォーマンスとけんけん跳躍能力（以下：水平方向の跳躍能力）との関係性を検討すること、第2に水平方向への跳躍の有効な下肢動作を検討し、疾走パフォーマンスとの関連性を検討することであった。

研究の結果から、ジュニア期の特に女性スポーツ選手に対する水平方向への片脚連続跳躍は、疾走速度を高めるうえで効果的である。またそのために水平方向へ移動すること、片脚による出力であること、連続的な脚出力を考慮すること、これらのことが重要であると考えられた。さらに女性の疾走パフォーマンスを改善するために、5歩ステッピングは接地局面の遊脚の動作、5歩ホッピングは滞空局面の左右脚スイング動作が重要なポイントであると考えられた。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study were to investigate the relationship between the running performance and jump performance in horizontal jumping task, and to clarify the relationship between leg action in the horizontal jump and running velocity, jump distance.

These results indicated that horizontal single leg jump in female athletes were effective method to improve running velocity, which showed that there were important to jump forward, to jump by single leg, and to jump continuously. Additionally, it clearly showed that there were two important points that 5 stepping was to swing the forward of free leg at the contact phase, 5 hopping was to swing the right and left leg at the flight phase to improve the running performance in female.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
年度			
2007年度	700,000	0	700,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
総計	2,300,000	480,000	2,780,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：スポーツ科学 コーチング トレーニング

キーワード：ジュニア 疾走速度 5歩ステッピング 5歩ホッピング 女性

1. 研究開始当初の背景

スポーツにおけるトレーニング現場では、これまでに“けんけん”（移動を伴う片脚連続跳躍）を一般的及び専門的トレーニングとして頻繁に用いてきた。しかし、トレーニング指導書の中で片脚連続跳躍を具体的にどのような速度で、どのような脚動作で実施すべきかを論じたものはない。また研究の分野では実験室内における垂直方向への出力の片脚跳躍研究が中心である。これらの研究から得られた知見は、跳躍パフォーマンスに対して足関節が大きく貢献すること、また跳躍中の筋腱複体の動態から、筋はアイソメトリック的な働きをし、腱が大きく伸張することなどである。

一方、水平方向へ移動する片脚跳躍研究は、単発的な脚出力に関する研究があるものの、国内外を通して連続的な片脚跳躍（移動を伴う）の動作変容及び脚出力特性に関する研究はない。片脚による単発的な跳躍からは、熟練者が接地前にアクティブな脚接地動作を行っていること、そして接地期後半に前方回転運動（逆振り子）を大きくすること、などが運動の効率性、特性として示唆されているだけである。このように片脚連続跳躍に関しては、垂直方向への跳躍研究として運動機能や効果が明らかなものの、水平方向への連続片脚跳躍に関しての知見は極めて不十分である。特に指導現場では、ステップ長に伴う動作変容や力発揮についての知見があればトレーニングを考える上で、そのトレーニング意義・意図を明確にして行うことができる。しかし、これらについては十分に解明されていない。その為、この運動を指導する場合は、

推測的に筋の使われ方や動作・速度を決めているにすぎないと言えよう。つまり研究的視点とトレーニング現場的視点、両方からこの水平連続跳躍に関して多くの知見を集める必要がある。

また、最近ではジュニア期の体力やコーディネーション能力が著しく低下している（17年度文部科学省データ）。このような跳躍をジュニア期に行わせることは、バランス感覚（コーディネーション）や自重を利用した力発揮の方法を学習させる上で有効であると考えられる。

2. 研究の目的

近年、下肢の筋群で伸張-短縮サイクル（stretch shortening cycle：以下SSC）運動が生じるとされる、各種跳躍運動の能力と疾走速度との関係性を報告する研究が多く発表されている（Young et al., 1995；Nesser et al., 1996；Bret et al., 2002；Maulder and Cronin., 2005；Maulder et al., 2006；Kotzamanidis, 2006；Misjuk and Viru., 2007；岩竹ほか, 2002, 2008a, 2008b）。これらの研究では、SSC運動が強調された各種跳躍運動（以下SSC的跳躍運動）による脚発揮パワーが疾走速度を高める上で重要であるということが指摘されている。これまでSSC的跳躍運動の能力との関連性を検討する研究では、スクワットジャンプ、ドロップジャンプ、連続リバウンドジャンプ、5段跳（以下5歩ステッピング）などの跳躍運動が多用されてきた。しかし、跳躍時の地面へ作用する力の方向性や跳躍運動の移動方向、連続性についてはあまり考慮されて

いないで検討されている。短距離の全力疾走の加速局面においては、接地時に地面へ作用する力の方向性が段階的に変化する（馬場ほか, 2000; 福田・伊藤, 2004.）ことが知られている。それ故、疾走能力と関係するSSC的跳躍運動の能力を評価するには、地面への作用する力の方向性や移動方向、連続性を考慮したSSC的跳躍運動の選択や配慮が重要となろう。

これまでSSC的跳躍運動における移動の方向性を考慮し、疾走速度との関連性を検討した研究は、岩竹（2008a）が示した研究のみである。この研究によれば、疾走速度との関連性について片脚交互跳躍能力、両脚跳躍能力、脚筋力の順に影響が強いことを報告している。さらに、垂直方向への跳躍能力は加速区間に影響を与え、水平方向への跳躍能力は全力疾走区間に関連性があることを示している。特に、疾走能力改善の観点からは、水平方向への片脚跳躍運動の能力やそのトレーニングの重要性が指摘されている。しかし、水平方向への片脚跳躍運動で、どのような跳躍動作が疾走能力と関連しているのかといった点までは明らかにされていない。また、水平方向への片脚跳躍運動のうち、同じ脚で連続跳躍する片脚連続跳躍運動、いわゆるホッピングについては指導書・指導実践（阿部, 1988; Rogers, 2000; トーマス・ロジャー, 2002.）で紹介されるものの、方法論やキネマティクス要因について十分に検討されていない。そこで、ホッピングを含めた水平方向への片脚連続跳躍運動の動作習得ポイントを、キネマティクスの要因まで明らかにすることができれば、トレーニングや指導実践における有益な知見を提供できるであろう。

一方、女性と男性の運動パフォーマンスは狭まりつつあるものの、その差は未だ存

在する（安部ほか, 2009）。特に女性と男性で同様の運動を実施しても、その動作や身体への反応は異なることが知られている。例えば、疾走動作においては、女性が疾走した場合、身体重心の鉛直変位や平均上昇角度が男性に比べて大きいこと（加藤ほか, 1994）や、女性は男性に比べて足及び膝関節伸展速度が高かったこと（伊藤ほか, 1994, 1998a, 1998b.）等の男女差が示されている。さらに、跳躍運動においても、60cmのボックスから自然落下した場合の片脚着地（Russel et al, 2006）、そして両足ジャンプにおける片足着地（Jacobs et al, 2007）の場合、着地時の膝関節外反角度は、女性が男性よりも大きいことが報告されている。それ故、疾走能力の改善を目指したSSC的跳躍運動と疾走能力の関係を検討する場合も、女性について独自に検討しておく必要がある。特に、本研究のとり上げるホッピングは、これまでに行われてきた5歩ステップングよりも、踵部、膝関節や股関節周りへの筋・腱・骨への衝撃負荷が高いと予想される。そのため、日頃よりトレーニング継続している女性スポーツ選手を対象として検討することが安全と考えられる。

そこで本研究では、疾走能力の改善を目指したSSC的跳躍運動に関する有益な知見を得るために、以下の課題を設定した。1) 女性スポーツ選手におけるSSC的跳躍能力と疾走能力との関係を明らかにすること、2) 疾走能力と関連する水平方向への片脚連続跳躍運動における重要な脚動作特性を明らかにすることであった。

3. 研究の方法

被験者

被験者はジュニア女性スポーツ選手の17名とした。被験者の専門種目は陸上競技選手9名、バスケットボール選手8名であった。

被験者の年齢は 18.6±0.7 歳，身長 160.7±3.8cm，体重 55.8±5.1kg であった。

実験方法について

(1) 60m 走

被験者には全天候型トラックにて最大努力で 60m 走を 2 回行わせた。

(2) 垂直方向への跳躍運動

被験者は，①スクワットジャンプ (Squat Jump, 以下 SQJ) ，②ドロップジャンプ (Drop Jump, 以下 DJ) ，③連続のリバウンドジャンプ (Rebound Jump10, 以下 RJ10) を各 2 回実施した。

(3) 水平方向への跳躍運動

被験者は，①5 歩の片脚交互連続跳躍運動 (以下 5 歩ステッピング) ，②5 歩の片脚連続跳躍運動 (以下 5 歩ホッピング) を各 2 回行わせた。

分析方法・分析項目：

①60m における 10m 毎のタイム，②区間平均走速度，③30-40m 区間の平均ピッチ，平均ストライド，1 サイクル平均接地時間および滞空時間を算出した。

(2) 垂直方向への跳躍運動

①SQJ は，以下の計算式によって跳躍高を算出した。

跳躍高 = $1/8 \cdot 9.81 / (\text{滞空時間})^2$ 9.81 は重力加速度 (m/s^2)

②DJ は，図子ほか(1993)によって報告される，バリスティックな跳躍能力を評価する指標として考案された DJ index を用いた。DJ index = $(g \cdot t_a^2 / 8) / t_c$

* t_a = 滞空時間 t_c = 接地時間 $g = 9.81$ 重力加速度

③RJ10 は，先行研究 (遠藤ほか, 2007; 岩竹ほか, 2002) を参考に，以下の式によって指標を算出した。

RJ10 index = $(g \cdot t_a^2 / 8) / t_c$

分析項目は，①RJ10 index の平均値 (RJ10av)，

②RJ10 index の最大値 (RJ10max) とした。

(3) 水平方向への跳躍運動

5 歩ステッピング，5 歩ホッピングの運動パフォーマンスは，跳躍開始時の立位姿勢の足部先端から着地時の最後部までの距離を測定した。分析項目は，①跳躍距離，②ステップ長，③接地時間，④滞空時間，⑤各関節の角度，角速度とした。角速度の算出においては，前述の動作局面の平均角速度として算出した。本研究では跳躍時の下肢関節角度・角速度が，疾走速度と跳躍距離の 2 つの項目に相関関係が認められる場合，その脚動作が跳躍運動中で，特に重要な動作であると定義した。

4. 研究成果

本研究の目的は，第 1 にジュニア女性スポーツ選手における SSC 的跳躍能力と疾走能力との関係を明らかにすること，第 2 に疾走能力と水平方向への片脚連続跳躍運動の重要な脚動作特性を明らかにすることであった。その結果，女性スポーツ選手において以下のことが明らかとなった。

(1) SSC 的跳躍能力のうち，5 歩ステッピング，5 歩ホッピング，SQJ の順に加速区間の疾走速度との関連性が高くなることが明らかとなり，片脚連続跳躍の重要性が明らかとなった (図 1)。

(2) 5 歩ステッピングと 5 歩ホッピングは，最高疾走速度局面のピッチとストライドを高めるトレーニング手段であると考えられた (図 2)。

(3) 接地局面の 5 歩ステッピングと 5 歩ホッピングの支持脚キネマティクスは，跳躍距離と疾走速度に有意な相関関係が認められなかった。

(4) 接地局面の 5 歩ステッピングと 5 歩ホッピングの遊脚動作は，疾走速度と跳躍距離を獲得するためのトレーニング手段で

あると考えられた (表 2) .

(5) 滞空局面の 5 歩ホッピングにおける引きつけ動作局面と着地動作局面の脚動作は、疾走速度を高めるトレーニング手段であると考えられた (表 2) .

(6) 水平方向への 2 つの跳躍の脚動作は、疾走速度と跳躍距離に対して異なる関連性を示した.

これら結果から、女性スポーツ選手に対する SSC 的跳躍運動は、5 歩ステッピング、5 歩ホッピング、SQJ の順に疾走速度との関連性が高くなることが明らかとなった.

よって SSC 的跳躍運動は、水平方向へ移動を伴い下肢関節可動域が大きくなること、片脚による出力であること、連続的な脚出力を考慮すること、これらが重要であると考えられた. 具体的に 2 つの跳躍のキネマティクスとして、5 歩ステッピングは接地局面の遊脚の動作、5 歩ホッピングでは滞空局面の左右脚スイング動作が重要であることが認められた. またこの 2 つの跳躍は、これまで多くの研究において跳躍距離のみを重要視して、体力評価や疾走能力の評価、そして、関連性について検討されてきた. しかし、本研究が示したように 2 つの跳躍は、跳躍距離を跳ぶことだけでなく、跳躍中の脚動作と疾走速度、跳躍距離に深い関連性が認められることから、これらにポイントを含めた女性のトレーニングやコーチングが必要であろう. よって本研究では、これらのポイントをふまえた水平方向の片脚連続跳躍運動が、女性の疾走速度を向上させる 1 つのトレーニング方法であると考えられた.

表 1 疾走および跳躍パラメーター

	Variables	Mean	SD
60m run	Time (sec)	9.52	0.76
	Contact time (sec)	0.14	0.02
	Flight time (sec)	0.11	0.01
	Velocity (m/sec)	7.32	0.77
	Step frequency (Hz)	4.02	0.27
	Step length (m)	1.82	0.13
Various jump tasks	5 stepping (m)	10.27	0.70
	5 hopping (m)	10.05	0.68
	DJindex (m/sec)	1.40	0.34
	RDJ10 max (m/sec)	1.79	0.31
	RDJ10 av (m/sec)	1.66	0.25
	SQJ (m)	0.29	0.47
5 stepping (2step)	Contact time (sec)	0.24	0.02
	Flight time (sec)	0.27	0.05
	Step length (m)	1.75	0.12
5 stepping (3step)	Contact time (sec)	0.23	0.03
	Flight time (sec)	0.25	0.06
	Step length (m)	2.00	0.13
5 hopping (2step)	Contact time (sec)	0.36	0.06
	Flight time (sec)	0.47	0.06
	Step length (m)	1.82	0.15
5 hopping (3step)	Contact time (sec)	0.35	0.05
	Flight time (sec)	0.48	0.05
	Step length (m)	1.97	0.18
100m run	Estimated 100m time (sec)	15.44	—

表 2 疾走速度と跳躍中の脚キネマティクスの関係

Phase	Jump task	Leg	Joint	Average angular velocity (deg/sec) (Mean±SD)	Correlation with running velocity	Correlation with jump distance
Support phase	5 stepping	Support leg	Ankle	-99.49±100.24	n.s.	n.s.
			Knee	-137.47±87.52	n.s.	n.s.
			Hip	66.04±42.59	n.s.	n.s.
		Free leg	Ankle	319.90±128.44	n.s.	0.570 *
			Knee	224.52±91.83	n.s.	n.s.
			Hip	241.61±38.39	n.s.	0.552 *
	5 hopping	Support leg	Ankle	-148.22±93.75	-0.519 *	n.s.
			Knee	-173.90±50.17	n.s.	n.s.
			Hip	56.94±50.66	n.s.	n.s.
		Free leg	Ankle	235.81±66.87	n.s.	n.s.
			Knee	166.76±57.14	n.s.	n.s.
			Hip	233.59±50.02	n.s.	n.s.
5 stepping	Free leg	Ankle	-65.12±39.05	n.s.	n.s.	
		Knee	-147.32±80.65	-0.599 *	-0.595 *	
		Hip	-229.10±33.47	-0.527 *	-0.592 *	
	Free leg	Ankle	-43.09±50.60	n.s.	n.s.	
		Knee	-163.37±88.29	n.s.	-0.533 *	
		Hip	-217.39±92.07	-0.539 *	-0.611 **	
Flight phase	5 stepping	Swing leg	Ankle	-104.56±59.04	n.s.	n.s.
			Knee	-137.82±93.80	0.525 *	0.547 *
			Hip	-77.18±37.67	0.564 *	n.s.
		Swing leg	Ankle	-102.86±27.37	n.s.	n.s.
			Knee	-107.78±102.95	-0.646 **	-0.721 **
			Hip	-194.90±58.89	-0.487 *	-0.660 **
	5 hopping	Swing leg	Ankle	-1.72±45.87	n.s.	n.s.
			Knee	191.14±73.82	n.s.	n.s.
			Hip	149.67±46.43	n.s.	n.s.
		Swing leg	Ankle	23.70±108.59	n.s.	n.s.
			Knee	177.87±216.63	0.699 **	0.636 **
			Hip	134.82±72.28	0.561 *	0.656 **

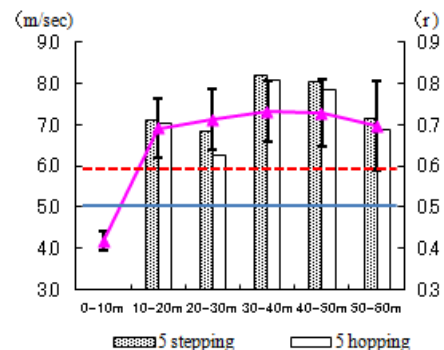


図 1 疾走速度とけんけん跳躍の関係

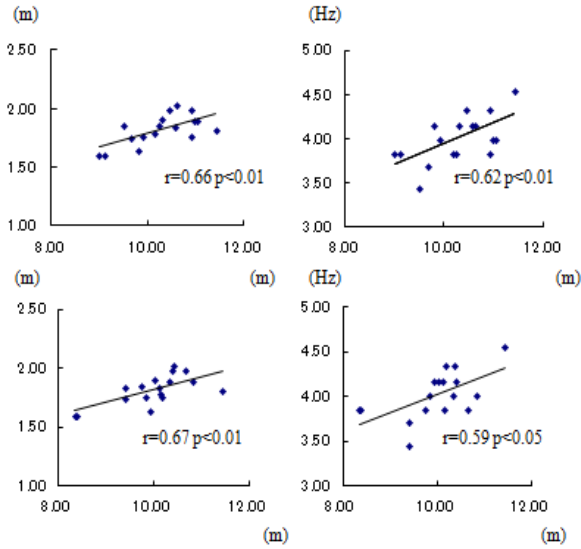


図2 跳躍距離とストライド・ピッチの関係

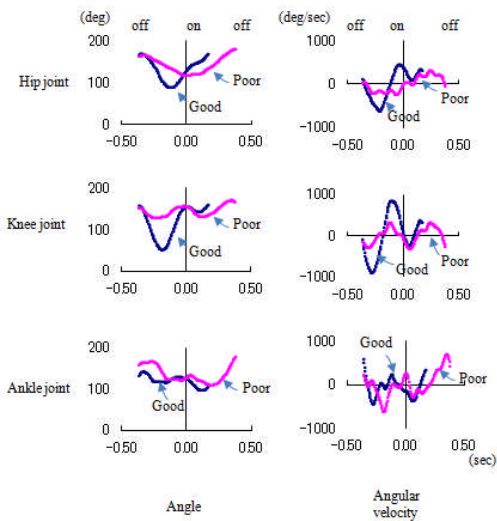


図3 けんけん跳躍の脚キネマティクス

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

①志賀充

女性競技者における各種跳躍能力と疾走時の加速区間のパフォーマンスとの関係. 体育学研究 現在投稿中

②志賀充

女子疾走パフォーマンスと跳躍能力との関係、コーチ学研究特別論文集、査読有、p.40-41, 2011.

〔学会発表〕(計4件)

①大磯一樹、志賀充

水平方向のジャンプ能力と加速区間の疾走能力との関連性について. 京都体育学会 3月3日 2012. びわこ成蹊スポーツ大学

②西田佳織、志賀充、岩井雄史

短期間のトレーニングが中高年者の短距離疾走能力に及ぼす影響. 京都体育学会 3月3日 2012. びわこ成蹊スポーツ大学

③森本隆太、志賀充

チューブによる牽引跳躍トレーニングが疾走動作に及ぼす影響. 京都体育学会 3月3日 2012. びわこ成蹊スポーツ大学

④志賀充

女子疾走パフォーマンスと跳躍能力との関係. 日本コーチング学会. 2011. 震災のための学会の中止、資料を学会HP上に公開

<http://www.jcoachings.jp/>

〔図書〕(計1件)

志賀充、混成競技に必要なパワートレーニング. 陸上競技マガジンベースボールマガジン社. p.203. 2011.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

志賀 充 (SHIGA MITSURU)

びわこ成蹊スポーツ大学・スポーツ学部・講師

研究者番号：80375469