

児童の疾走能力を高めるトレーニングに関する研究

A STUDY ABOUT THE TRAINING TO RAISE ABILITY FOR SCAMPER OF THE CHILD

大久保 仁志

Hitoshi OOKUBO

I. はじめに

短距離走では1991年の世界陸上競技選手権東京大会において得られた、世界トップクラスの選手を含む、短距離選手のトップスピードの動作を分析し、支持脚の股関節伸展速度と、脚全体の伸展速度が重要であることを指摘した(伊藤ら, 1994)。それまで指導現場では、地面をしっかりと蹴ることを目論んで、『膝をしっかりと伸ばしてキックする』『足首でキックする』、大きいストライドを目指し『腿を高く上げる』など教示することが普通であったが、それらが再興されるきっかけとなった(土江, 2008)。

現在は、接地脚の膝・足関節を固定すること(土江, 2008)、大きな地面反力を得ること(福田と伊藤, 2004、土江, 2008、川本, 2008、川本, 2002)などが大切といわれている。脚を振り下ろす動作にアクセントを付け、地面に力を加え、その反発を利用することで走るということである。しかし、ただ力強く地面を踏み締めるのではなく、地面からの反発が得られるようにしなければならない。そのためには、接地するときに接地脚の膝、足首が曲がらないように固定し、地面からの反発を受けるようにする。つまり、地面に加える力ともう一方の力をうまく利用すると、大きく移動、速く走ることができる(川本, 2008)とされている。

一方、小学校では、小学校学習指導要領解説(2008)の、陸上運動の短距離走の目標が、『スタンディングスタートから、素早く走り始めること』『上体をリラックスさせて全力で走ること』となっており、疾走能力を高めるための具体的な方法などが示されていない。そのため、『脚を大きく前に出す』『腿を高く上げる』など、昔からの考えが変わらないままの指導になっている。その原因として、現小学校の先生方のお話を伺ったところ、陸上運動には、短距離走だけでなく、リレー、走り幅跳び、走り高跳び、ハードル走、ソフトボール投げがあり、短距離走よりも技術がいる種目のため、授業のほとんどが短距離走以外の種目のトレーニングになってしまうこと、小学校では体育だけでなく様々な教科を教えるため、様々な教科の教材研究をするため、短距離走の教材研究まで手が回らないこと、そのため速く走るための指導がわからず、『腿を高く上げる』などがある。このように小学校では、陸上競技で得られた知見や研究されているトレーニングが行われていない。

しかし、競技レベルで得られた知見を小学生にそのまま教えることは難しい。したがって、競技レベルで得られた知見を児童にわかりやすい形で伝えるトレーニング方法が必要である。これまでに、学校体育を対象とした短距離走の研究は、多数行われており、その効果が明らかにされている(加藤, 2000、Kotzamanidis, 2006、

岩竹ら, 2008、清水ら, 2009)。しかし、体育の授業時間数のオーバーや短距離走のトレーニングだけで、単元をついやしているものが多数あり、実際の教育現場で使うには難しい内容が多い。以上のことから、小学校の先生が指導でき、児童にわかりやすい形で、体育の授業時間内でできるトレーニング方法を見つける必要があると考える。

本研究は小学6年生児童を対象に2週間(6時間)の短期間における体育の授業の前半10分間でできるトレーニングを考案し、その効果を調べた。そのトレーニング方法は、陸上競技で得られた知見を基に、地面に力を加えその反発を利用することを基に、地面に力を加えるために腿下げに意識をおいた腿下げトレーニング(以下A群)、先行研究(Kotzamanidis, 2006、岩竹ら, 2008、清水ら, 2009)で効果が報告されているジャンプトレーニングを参考に、地面を蹴る動作に意識をおいたジャンプトレーニング群(以下B群)と、小学校で行われていた腿を高く上げ、大きく前に脚をだすことに意識をおいた腿上げトレーニング(以下C群)の3つであり、それぞれの効果を比較し有効なトレーニング方法を見つけることを目的とした。

II. 方法

1. 対象

N町立N小学校6年1組、2組(男子32名、女子26名、計58名)うち男子1名、女子1名は一部欠席または、体調不良のため対象から除き、計56名のデータを採取した。

2. トレーニング期間

2009年5月25日～6月4日までの約2週間、6時間分、うち1回目はプレテスト、6回目はポストテストを行い、残り4時間分の授業の冒頭10分間を用いて行った。

3. 実験方法及び撮影方法

児童の疾走能力を調べるために5月25日にプレテストとして、30m、50mのタイムを測り、また、立ち幅跳び、垂直跳び、リバウンドジャンプの計3種目の記録測定を行った。その後、2週間練習をし、6月4日に、プレテスト同様に30m、50mのタイム測定と、立ち幅跳び、垂直跳び、リバウンドジャンプのポストテストを行い練習前と練習後の変化を調べた。測定前は、しっかりウォーミングアップを行い、準備体操をした。その後に走るための運動として、トレーニング前の測定時は20mダッシュを行い、トレーニング後の測定時でも同じ練習を行った。

立ち幅跳びの計測には、メジャーを用いて、踏み切り時両足爪

先から着地の踵までの距離を計測した。垂直跳びの計測には、ジャンプメーター（竹井機器社製）を用いて、地面から糸でつながっているベルトを腰に巻き、糸を張った状態から真上にジャンプし、糸の伸びた長さで計測した。リバウンドジャンプの計測には、マットスイッチ（DKH 社製）を用いて、マットの上で、連続ジャンプを 6 回行い、地面を蹴るパワーを計測した。

タイムの計測には光電管計測器（Brower 社製）を用いた。27m ～33m 区間の疾走時の様子を、側方からビデオカメラ 1（60f/s）を用いて撮影した。これは、50m 走の中で最高速度になると考えられる区間の動作を見るためである。得られたビデオ画像をコンピューターに取り込み、動作分析ソフト（Frame-DIAS for Windows：DKH 社製）を用いて身体各部位 22 ポイント（頭頂、右耳下点、左耳下点、胸骨上縁、右肩峰、右肘、右手首、右中指根、左肩峰、左肘、左手首、左中指根、右大転子、右膝、右外果、右足踵、右足先、左大転子、左膝、左外果、左足踵、左足先）の 2 次元座標データを得た。ビデオの較正は、50 cm おきにマークをつけた長さ 2m のリファレンスオブジェクトを画像に映しこみ、実座標変換することで行った。また、40m 付近側方からビデオカメラ 2（60f/s）を用いてパンニング撮影を行った。これは、50m 走の歩数を計測するためである。

4. トレーニング方法

ウォーミングアップ、体操は全員で行い、その後、各グループに分かれてトレーニングを行った。全児童をプレテストでの 50m タイムを元にそれぞれのグループの 50m タイムが均等になるようにグルーピングを行い、腿下げトレーニングを A 群、ジャンプトレーニングを B 群、腿上げトレーニングを C 群とした。各グループに指導するスタッフ 2 人（美作大学陸上競技部員と小学校の先生）をつけ、指導するようにした。各群のトレーニング内容は以下の通りである。

①A 群トレーニング内容

- ・その場で腿下げ（10 回×2）
- ・腿下げしながら歩く（10m を 3 本）
- ・その場で速い腿下げ（10 回）
- ・その場で速い腿下げ 5 回してダッシュ（20m×2 本）
- ・腿下げを意識しながらダッシュ（30m×2 本）

②B 群トレーニング内容

- ・その場で速く高いジャンプ（10 回×2）
- ・スティックジャンプ（6 本×5 回）
- ・はねる感覚で流し（20m×2 本）
- ・はねる感覚でダッシュ（30m×2 本）

③C 群トレーニング内容

- ・その場で腿上げ（10 回×2）
- ・腿上げしながら歩く（10m×3 本）
- ・その場で速く腿上げ（10 回）
- ・その場で速く腿上げを 5 回してダッシュ（20m×2 本）
- ・腿上げを意識しながらダッシュ（30m×2 本）

5. 分析項目

本研究では、コンピューターに取り込んだ画像の離地時から離地時までの 2 歩分を動作分析ソフト（Frame-DAIS for Windows：DKH 社製）を用いて分析を行った。以下の全項目について、左右

の平均値を算出した。

① 時間・速度要因

児童 56 名のタイム（30m のタイム t_1 、20m のタイム t_2 、50m のタイム t_3 ）の平均値と標準偏差を算出した。

また、水平重心速度（右脚離地時 vx_1 、左脚離地時 vx_2 、平均 vx_3 ）、垂直重心速度（右脚離地時 vy_1 、左脚離地時 vy_2 、平均 vy_3 ）、腿下げ速度（右腿下げ t_4 、左腿下げ t_5 、平均 t_6 ）も算出した。

② ストライド・ピッチ要因

ビデオ画像より、歩数（30m 歩数 sf_1 、20m 歩数 sf_2 、50m 歩数 sf_3 ）を計測した。得られた歩数から平均ストライド（30m ストライド s_1 、20m ストライド s_2 、50m ストライド s_3 ）と平均ピッチ（30m ピッチ p_1 、20m ピッチ p_2 、50m ピッチ p_3 ）を算出した。

また、27m から 33m 付近の画像データから最高速度時のストライド（右足離地時 s_4 、左脚離地時 s_5 、平均 s_6 ）とピッチ（離地時から離地時まで p_2 ）を算出した。これらの算出には動作分析ソフト（Frame-DAIS for Windows：DKH 社製）を用いた。

③ 動作要因

本研究においては、地面に接している脚を接地脚、反対の脚をスイング脚と定義した。

接地時及び離地時の身体重心位置に影響を及ぼすと考えられる各関節角度及び距離を算出した。算出した項目は大腿角度（右脚接地時：スイング脚 01、接地脚 02、左接地時：スイング脚 03、接地脚 04、接地時平均：スイング脚平均 05、接地脚平均 06、右脚離地時：スイング脚 07、接地脚 08、左脚離地時：スイング脚 09、接地脚 010、離地時平均：スイング脚平均 011、接地脚平均 012）、膝角度（右脚接地時：スイング脚 013、接地脚 014、左脚接地時：スイング脚 015、接地脚 016、接地時平均：スイング脚平均 017、接地脚平均 018、右脚離地時：スイング脚 019、接地脚 020、左脚離地時：スイング脚 021、接地脚 022、離地時平均：スイング脚平均 023、接地脚平均 024）、接地膝距離（右脚接地時 d_1 、左脚接地時 d_2 、平均 d_3 ）である。図 1 に算出した角度を図示した。

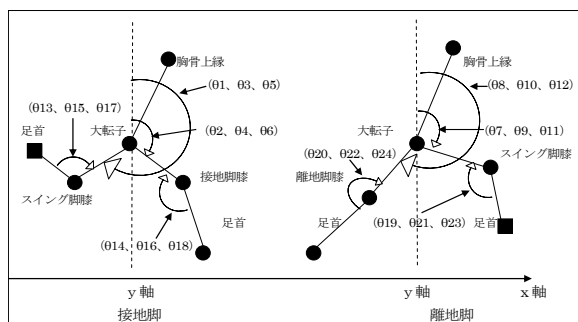


図 1 算出した角度の説明

6. 統計処理

また、各群におけるトレーニング前後の差を計画対比として対応のある t 検定により検定し、要因間の関係を相関分析により求めた。

III. 結果・考察

① トレーニング前後の変化について

表1 測定項目の平均値±標準偏差					
	群A (n=19)		群B (n=19)		群C (n=18)
pre50mタイム(s)	9.04±0.71	***	9.04±0.70	ns	9.03±0.72
post50mタイム(s)	8.83±0.67		9.00±0.76		8.95±0.70
pre30mタイム(s)	5.60±0.38	***	5.60±0.40	ns	5.56±0.37
post30mタイム(s)	5.49±0.37		5.60±0.45		5.56±0.39
pre20mタイム(s)	3.44±0.36	***	3.43±0.30	ns	3.47±0.36
post20mタイム(s)	3.34±0.31		3.41±0.31		3.39±0.32
			*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001		

表1は、各群の50m タイム、30m タイム、20m タイムのトレーニング前後の変化を示したものである。50m タイムでは、A 群は平均で0.21 秒向上し、タイムの向上に有意差が認められた。B 群は平均で0.04 秒、C 群は平均で0.08 秒向上したが、有意差は認められなかった。前半30m では、A 群は平均0.11 秒向上し、有意差が認められたが、B 群、C 群ともにタイムの向上はなく、有意差が認められなかった。また、後半20m では、A 群に平均0.1 秒向上し、有意差が認められた。B 群は平均0.02 秒向上し、C 群は平均0.08 秒向上したが、有意差は認められなかった。つまり、A 群で行った腿を下ろすことに意識をおいたトレーニングのみ、50m タイムを有意に短縮させていた。

100m 走は、スタート局面、加速局面、最大速度局面、減速局面に分けられ、タイムに最も影響を与えるのは60m～70m 付近の最大速度局面にみられる、最大疾走速度であると報告されている(土江, 2008)。本研究では50m 走なので、30m 付近に最大速度に達すると予想される。このことから、トレーニング前後の50m タイムと30m 付近の水平重心速度との相関を調べた。

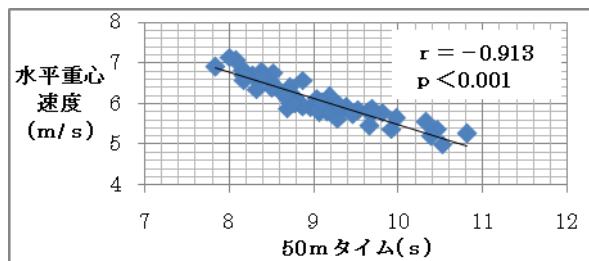


図2 トレーニング前50m タイムと30m 付近の水平重心速度の相関

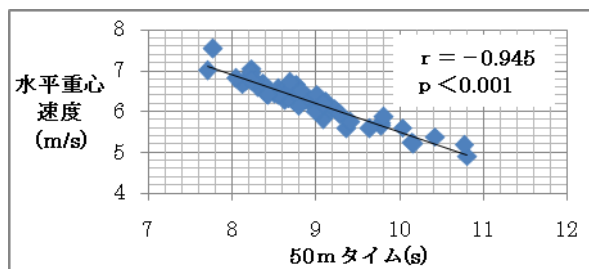


図3 トレーニング前50m タイムと30m 付近の水平重心速度の相関

トレーニング前の50m タイムと水平重心速度 ($r = -0.913$, $p < 0.001$) との間に有意な強い負の相関が認められた(図2)。また、トレーニング後の50m タイムと水平重心速度 ($r = -0.945$, $p < 0.001$) との間に有意な強い負の相関が認められた(図3)。そのため、本研究においても最大速度は50m タイムを決定する最大の要

因であると考えられる。そこで、最大速度区間における疾走動作がトレーニング前後でどのように変化したのかを調べた(表2)。

表2 最高速度区間における各要因の平均値±標準偏差						
		群A(n=19)		群B(n=19)		群C(n=18)
接地時	pre接地脚大腿角(deg)	152.3±3.8	*	153.8±4.0	ns	154.4±3.2
	post接地脚大腿角(deg)	154.4±3.3		154.8±4.4		155.2±2.8
	preスイング脚大腿角(deg)	177.8±9.6	ns	177.1±7.5	ns	174.3±6.4
	postスイング脚大腿角(deg)	177.1±8.0		179.6±8.1		175.9±4.7
	pre接地脚膝角(deg)	144.6±5.6	ns	145.3±5.6	***	147.6±4.5
	post接地脚膝角(deg)	145.1±4.6		148.9±5.0		146.4±5.3
	preスイング脚膝角(deg)	57.4±12.2	ns	57.8±12.1	ns	55.1±11.6
	postスイング脚膝角(deg)	57.2±9.9		58.5±10.4		53.9±10.7
	pre接地重心(m)	0.76±0.04	***	0.77±0.05	**	0.78±0.03
	post接地重心(m)	0.80±0.05		0.82±0.07		0.80±0.04
	pre接地膝距離(cm)	17.8±5.2	ns	16.4±4.4	ns	14.3±3.3
	post接地膝距離(cm)	15.5±3.9		17.6±4.5		14.9±2.7
離地時	pre接地脚大腿角(deg)	202.2±3.2	ns	201.1±4.5	ns	202.4±3.3
	post接地脚大腿角(deg)	203.2±3.2		201.6±4.0		203.2±4.1
	preスイング脚大腿角(deg)	121.8±6.0	ns	123.1±6.5	ns	120.3±5.7
	postスイング脚大腿角(deg)	120.9±4.8		123.2±5.6		119.5±5.0
	pre接地脚膝角(deg)	149.7±6.8	ns	148.4±5.9	*	151.0±4.8
	post接地脚膝角(deg)	150.4±6.2		151.2±5.7		150.1±6.2
	preスイング脚膝角(deg)	76.3±13.6	*	77.5±16.0	ns	74.4±11.4
	postスイング脚膝角(deg)	73.9±13.5		76.2±14.1		73.1±9.5
	pre瞬間速度x(m/s)	6.09±0.44	***	6.13±0.56	ns	6.08±0.51
	post瞬間速度x(m/s)	6.34±0.41		6.19±0.63		6.24±0.52
	pre瞬間速度y(m/s)	0.47±0.13	ns	0.50±0.15	ns	0.49±0.10
	post瞬間速度y(m/s)	0.40±0.16		0.48±0.12		0.49±0.13
pre腿下げ速度(m/s)	1.10±0.22	***	1.17±0.20	ns	1.14±0.15	
post腿下げ速度(m/s)	1.27±0.25		1.20±0.28		1.25±0.19	
pre瞬間ストライド(m)	1.53±0.12	ns	1.53±0.12	ns	1.51±0.17	
post瞬間ストライド(m)	1.54±0.10		1.53±0.12		1.57±0.11	
pre瞬間ピッチ(歩/s)	3.74±0.37	ns	3.71±0.27	ns	3.69±0.36	
post瞬間ピッチ(歩/s)	3.78±0.26		3.67±0.29		3.70±0.35	
*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001						

A 群ではトレーニング前後で、水平重心速度が0.25m/s 速く、腿下げ速度が0.17m/s 速く、離地時スイング脚膝角が2.4 度減少、接地時接地脚大腿角が2.1 度増大し、それぞれに有意差がみられた。またA 群は50m タイムが有意に短縮している。

まず、腿下げ速度が増加したことで、足が素早く地面をとらえるようになったと考えられる。また、腿を真下に振り下ろすようにトレーニングしたため、脚を大きく前に振りだすことがなくなり、接地時接地脚大腿角が増加したと考えられる。身体の前方で足が接地すれば、地面からの反発はブレーキのように返ってくるが、体の真下で接地することによって地面からの反発は真上に大きく返ってくる(川本, 2009)と報告されている。つまり、身体の前方に近い位置に接地することで地面からの反発は上方方向に向き、ブレーキ成分が減少することがいえる。A 群は接地時接地脚大腿角が有意に増加しているため、より身体に近い位置に足が接地し、ブレーキ成分が減少したことで、重心がスムーズに水平方向へと進んでいったと考えられる。本研究の結果より、水平重心速度と腿下げ速度との間に有意な相関が認められており、先行研究でも同様の結果が報告されている(伊藤ら, 1994)。以上のことから、A 群は腿下げトレーニングを行った結果、地面への接地が素早くなり、さらに身体の前下への接地が行えるようになったことで、ブレーキ成分が減少し、ス

ムーズに脚の回転し、疾走速度を高めたと考えられる。

B 群では、トレーニング前後で接地時接地脚膝角が 3.6 度増大、離地時接地脚膝角が 2.8 度増大し、有意に増加していた。接地時接地脚膝角や離地時接地脚膝角の増加がみられたということは、児童がより強く地面を蹴ろうとしたことの表れであると考ええる。これは、B 群で行ったジャンプトレーニングの成果であろう。しかし、B 群では有意な速度増加認められなかった。土江 (2008) は、疾走時に地面をキックする場合、足及び膝関節を固定することが重要であると述べている。これは、キック時に足、膝関節で力が吸収されることを防ぐためである。しかし B 群ではトレーニング前に比べトレーニング後はキック時に膝が伸展しており、これは、先行研究(土江, 2008)によれば、疾走速度を高めるための適切な動作の変化であると言えない。つまり B 群は、視座の曲げ伸ばしで強く地面を蹴ろうとしたため、ジャンプ力の向上にはなったが、疾走能力には反映されずタイムの短縮がみられなかったと考ええる。

C 群では、トレーニング前後で動作の有意な変化はみられなかった。これは先行研究において、膝を高く上げることが疾走能力を高めることにつながらないという結果と一致している。つまり小学生においても膝を高く上げる指導では疾走能力を高めることができないことが確認できた。この原因として、膝を上げることが意識するあまり、腕と脚とのタイミングがずれるなどの動作が多く確認できた。これは、児童のみならず、大学生競技者においてもみられることである。これらのことから、膝を高く上げることが意識したトレーニングは疾走能力の改善に効果的ではないと考えられる。

② 小学校における走運動の指導について

先生方の話から、陸上運動でも短距離走のトレーニングは、リレーと一緒にすることが多く、また、幅跳びや高跳び、ハードルなどの種目に授業のほとんどを費やしているため、短距離走のトレーニングを授業で行うことが減少しているということがわかった。そのため、短時間で効果的なトレーニング方法があれば、それ以外の時間を他の種目のトレーニングとして費やすことができ、授業の時間を有効活用できると考えられる。

今回の研究で走能力を高めることが確認された。腿下げを意識するトレーニングは授業の冒頭 10 分間で行え、なおかつ簡単なトレーニングである。動きが出来ない児童は見当たらず、全員が意欲的に取り組んでいた。現場の先生からも驚くほどに全員が熱心に取り組んでいたと報告いただいた。

現在、子どもの体力低下が著しい。これを解決する 1 つの要因は、子どもたちに「できた」という体験をさせることだと考える。そのためには、子どもたちができるようになる指導を行う必要がある。

今回の研究で得られた結果は、簡易な方法で子どもの走能力の改善を行うことができ、指導現場において有益な知見であったのではないかと考える。

引用文献

- 福田厚治・伊藤章 (2004) 最高疾走速度と接地期の身体重心の水平速度の減速・加速：接地による減速を減らすことで最高疾走速度は高められるか、体育学研究, 49:29-39
- 福田厚治・伊藤章・貴島孝太 (2008) 男子一流スプリンターの疾走動作の特徴－世界陸上東京大会との比較から－, バイオメカニク

ス研究, 12(2):91-97

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, 日本陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班 (編) 世界一流競技者の技術 (第 3 回世界陸上競技選手権大会バイオメカニクス研究班報告書), 31-49, ベースボールマガジン社, 東京.

岩竹淳・北田耕司・川原繁樹・図子浩二 (2008) ジャンプトレーニングが思春期後期にある男子生徒の疾走能力に与える影響, 体育学研究, 53:353-362.

岩竹淳・鈴木朋美・中村夏実・小田宏行・永澤健・岩壁達男 (2002) 陸上競技選手のリバウンドジャンプにおける発揮パワーとスプリントパフォーマンスとの関係, 体育学研究, 47:253-261.

加藤謙一・関戸康雄・岡崎秀充 (2000) 小学 6 年生の授業における疾走能力の練習効果, 体育学研究, 45:530-542.

加藤謙一・宮丸凱史・松本剛 (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

加藤謙一・宮丸凱史 (2006) 一般高校生の疾走動作の特徴, 体育学研究, 51:165-175.

Kotzamanidis,C. (2006) Effect of plyometric training on running performance and vertica jumping in prepubertal boys.J.Strength Cond.Res. 20:441-445

川本和久 (1987) 小学生の疾走動作に関する研究, 福島大学教育学部論集第 41 号

川本和久 (2002) 福島大学のスプリントトレーニング, スプリント研究, 12:85-89.

川本和久 (2009) 福島大学陸上競技部の速い走りが身につく本, マキノ出版：東京.

川本和久 (2009) 子どもの足が 2 時間で速くなる！魔法のポン・ビュン・ラン♪, ダイアモンド社：東京

末松大喜・西嶋尚彦・尾縣貢 (2008) 男子小学生における疾走能力の指数と疾走中の接地時点の動作との因果関係, 体育学研究, 53:363-373.

宮丸凱史・加藤謙一 (2002) 走運動の始まり一歩行から走運動への動作パターンの変容－, バイオメカニズム学会誌, vol.26, No.1

宮丸凱史 (1976) ランニングフォームの発達, 大修館書店：東京

文部科学省 (2008) 小学校学習指導要領解説体育編 (平成 20 年 8 月)：69

太田涼・有川秀之 (2001) 短距離走の疾走動作改善過程に関する実践的研究：運動学的考察の観点から, 体育学研究, 46:61-75.

清水茂幸・似内圭介・上濱龍也・大宮真一 (2009) 短距離走学習におけるスキッピング及びウォーキングの効果に関する研究, 体育学研究第 76 号, No1.

土江寛裕 (2008) スプリント走の角局面に影響をおよぼす体力と技術, 陸上競技研究第 75 号, No4

米津毎日・青木和浩・佐久間和彦・越川一紀・金子今朝秋 (2007) 大学男子短距離走者におけるスプリントバウンディング及びバウンディング運動のトレーニング効果について, 陸上競技研究第 69 号, No2.