

女子児童の疾走能力の発達に関する研究

Development of sprinting performance for elementary school girls

太田 涼¹⁾ 有川 秀之²⁾

Ohta Ryo¹⁾ Alikawa Hideyuki²⁾

キーワード：女子児童、短距離走、疾走能力の発達、形態的影響、機能的影響

【要 約】

疾走能力の発達様相について、ピッチは2歳以降成人まで大きな変化はみられないことから、疾走能力の発達は身長発育にともなうストライドの増大によるものであり、形態面の発育の影響が強いことが明らかとなっている。しかし、身長発育にともなう下肢長の伸長は、身体質量の増加を意味し重量負荷となり、下肢長が短い場合に比べ、同じ速さで脚を前後に動かすことは難しくなることから、ピッチの維持という点において、機能面の発達の影響についても検討する必要があると考えられる。そこで、本研究は発育発達期にあたる7歳から12歳までの女子児童を対象に、疾走能力の発達を形態面の影響と機能面の影響とに区別して検討し、疾走能力の発達様相に関する基礎的知見を得ることを目的とした。女子児童340名を対象に体力テストで行われた50m走を撮影した。また、脚筋パワーの指標の1つと考えられる立幅跳の結果を分析した。

その結果、疾走能力の学年差の要因として、児童の体格の違いがストライドに影響を及ぼしており、形態面の影響を受けていた。さらに、物理的負荷が増大していてもピッチを維持するといった機能面（下肢長当たりのピッチを生み出せる能力）の影響もあることが示唆された。また、脚筋パワーが下肢長当たりのピッチやストライドを生み出せる能力に影響を与えている1つの要因であることが示唆された。

I. 目的

人間の基本運動である走運動は、個人の能力により差異は認められるものの、誰にでもできる身体運動であり、2歳前後に出現する（宮丸1975）とされている。その後、走運動は形態面の発育や機能面の発達によって、また、様々な運動やトレーニングの影響によっても高まっていく。

これまでに、疾走能力の発達様相については数多く報告（宮丸1975,1990,2001、八木1994、加藤1997,1998、齋藤ら1981,1995）されており、ピッチは2歳以降成人まで大きな変化はみられないことから、疾走能力の発達は身長発育にともなうストライドの増大によるものであり、形態面の発育の影響が強いことが明らかとなっている。

身長発育にともなう下肢長の伸長は、身体質量の増加を意味し重量負荷となり、下肢長が短い場合に比べ、同じ速さで脚を前後に動かすことは難しくなることから、ピッチの維持という点において、機能面の発達の影響についても検討する必要があると考えられる。機能面の発達については、齋藤ら（1995）が、身長

比ストライドが顕著に増大するのは2歳から6歳の時期であり、それ以降、その値は1.0ぐらいで大きな変化はないことを報告している。一方、ピッチに対する機能面の発達の影響に関する報告は、Alexander（1997）が様々な動物を対象に疾走速度、ピッチ、ストライドについて下肢長の影響を取り除いて検証を行っているほか、八木（1994）、齋藤ら（1995）、太田ら（1998,1999,2004）、信岡ら（2015）が報告している程度である。その中で、12歳から22歳を対象にした太田ら（1999）の研究では、歴年齢ではなく身長との関連から疾走能力の発達の特徴を明らかにしており、身長の成長とともに疾走速度が発達し、疾走速度の発達には形態的な要因だけでなく、機能的な要因も影響していることを示唆している。

そこで、本研究は発育発達期にあたる7歳から12歳までの女子児童を対象に、疾走能力の発達を形態面の影響と機能面の影響とに区別して検討し、疾走能力の発達様相に関する基礎的知見を得ることを目的とした。

¹⁾ 山梨学院大学スポーツ科学部

²⁾ 埼玉大学教育学部

II 研究方法

1. 被験者

女子児童 340 名（各学年 53 名から 60 名）であり、体力テストで行われた 50m 走を撮影した。また、体力テストで測定された項目のうち、脚筋パワーの指標の 1 つと考えられる立幅跳の結果を分析した。本研究の実施に際し、学校長および担当教員に本研究の目的、方法、個人情報の取り扱いについて書面にて説明し、撮影と分析の許可を得た上で、参加児童への説明および保護者にも同意を得て実施した。

2. 撮影および分析

(1) 50m 走・立幅跳

50m 走実験設定図を図 1 に示した。カメラ位置は、測定区間の中間地点から垂直に 30m 離れた地点に三脚を使って固定し、疾走コースは直走路で、幅 1.25m とした。また、ビデオ再生の際、スタート地点とゴール地点の被験者のトルソーの通過を明確にするために、カメラとコース上の 0m、50m 地点を結ぶ線上のコース脇に白いボールを立てた。なお、ゴール地点でフィニッシュすることを避けタイムに影響がでないようにするため、ゴールの 3m 先に目印を置き、そこを目標に走りきるように指示した。立幅跳は文部科学省が指定している方法により測定された結果を採用した。

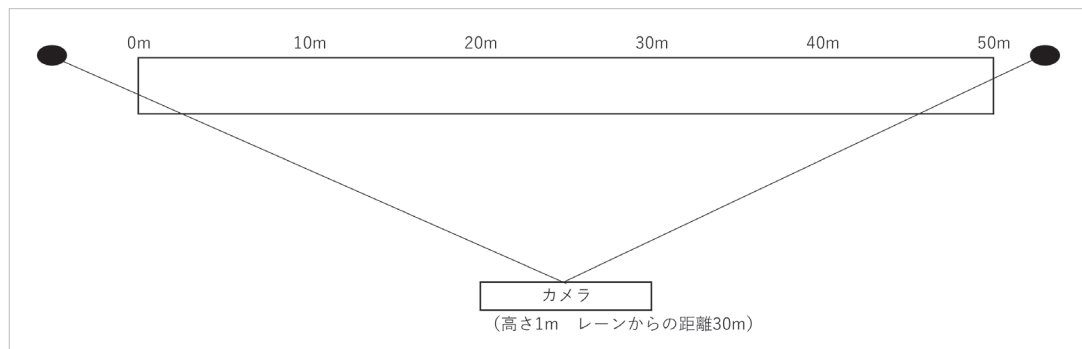


図1 50m 走の測定の様子

3. 分析方法および分析項目

50 m 走に関しては撮影した V T R 映像（240 コマ）から、以下のように分析項目を算出した。

- 1) 50m 走タイム: 50m 測定区間の所要時間を求めた。
- 2) 疾走速度: 50m 走タイムから疾走速度を算出した。
- 3) ピッチ: 50m 測定区間の所要歩数と時間からピッチを求めた。
- 4) ストライド: 50m 測定区間の所要歩数からストライドを求めた。
- 5) ピッチ指数: Alexander (1997) は動物のストライド、ピッチ、速度が下肢長の影響を受けることから、下肢長の影響を取り除いた比較を行っている。下肢が長くなる分、短い人に比べ同じ速さで動かすことは難しくなり、物理的負荷を意味することから、Alexander (1997) のピッチ (歩/秒) \times (下肢長 (m) / g (重力加速度))^{1/2}、の式を用いて身長の影響を取り除いた機能面でのピッチを算出した。なお、下肢長は「新・日本人の体力標準値 II」

(首都大学東京体力標準値研究会, 2007) の各年齢の平均的の下肢長比と測定した身長との積とした。

- 6) ストライド指数: Alexander (1997) のストライド (m) / 下肢長 (m)、の式を用いて下肢長の影響を取り除いた機能面でのストライドを算出した。
- 7) 速度指数: 疾走速度は下肢長などによる形態面と筋力、神経系に関する機能面の両方が影響しているが、Alexander (1997) のピッチ指数 \times ストライド指数の式を用いて機能面の速度への貢献度を示す指標とした。
- 8) 立幅跳指数: 下肢長の影響を取り除いて比較するため、立幅跳 (m) / 下肢長 (m) の式を用いて算出した。
- 9) ローレル指数: 体重 (kg) / 身長 (m) 3×10 の式を用いて算出した。

4. 統計処理

学年間での差を分析するために、学年間の平均値について分散分析を行い、有意水準に達したもののについては、LSD (Least Significant Difference) 法を用いて多重比較を行った。また、分析項目間の関係性の分析には偏相関係数を算出した。なお、有意水準は5%とした。

Ⅲ 結果と考察

1. 身体的特徴

表1は身体的特徴に関する学年ごとの平均値、学年間の変化率、第1学年時（以下1学年）から第6学年時（以下6学年）での変化率、分散分析および多重比較の結果を示した。身長は1学年（1.17m）から6

学年（1.47m）と学年が進むにつれて高い値を示した（ $p<0.001$ ）。体重は1学年（21.4kg）から6学年（38.5kg）と学年が進むにつれて高い値を示した（ $p<0.001$ ）。1学年から6学年での変化率では身長は25.2ポイント、体重は79.8ポイント高くなった。これらのことから、学年進むにつれて体格差が生じていることが確認された。

肥満度を測る指標の1つであるローレル指数をみると、1学年（133.2）から6学年（121.9）では低値を示した（ $p<0.001$ ）。医学大辞典第2版（伊藤ら，2009）によると、低学年では120から140、高学年では110から135くらいを示すことが報告されており、本研究の被験者は標準的な体型であったと考えられる。

表1 被験者の身体的特徴に関する学年ごとの平均値、学年間の変化率、1学年から6学年での変化率、分散分析および多重比較

測定項目			1年生	n=58	2年生	n=60	3年生	n=58	4年生	n=57	5年生	n=53	6年生	n=54	分散分析	多重比較
			平均	±SD	平均	±SD	平均	±SD	平均	±SD	平均	±SD	平均	±SD		
身長	平均値	m	1.17	± 0.04	1.22	± 0.04	1.30	± 0.06	1.36	± 0.06	1.40	± 0.06	1.47	± 0.06	***	1<2<3<4<5<6
	学年間の変化率	%			4.2		6.5		4.4		3.4		4.5			
	1年時から6年時の変化率	%														
体重	平均値	kg	21.4	± 2.6	23.9	± 3.5	27.5	± 4.4	30.6	± 5.2	32.7	± 5.7	38.5	± 6.1	***	1<2<3<4<5<6
	学年間の変化率	%			11.6		15.2		11.2		6.8		17.8			
	1年時から6年時の変化率	%														
ローレル指数	平均値	kg/m ³	133.2	± 11.3	131.3	± 12.9	125.4	± 15.2	122.2	± 13.4	117.8	± 12.8	121.9	± 13.5	***	1>2>3>4>5<6
	学年間の変化率	%			-1.5		-4.5		-2.6		-3.6		3.5			
	1年時から6年時の変化率	%														

***: $p<0.001$

2. 疾走能力の学年差に関する形態面の影響について

表2には50m走タイム、疾走速度、ピッチ、ストライドに関する学年ごとの平均値、学年間の変化率、1学年から6学年での変化率、分散分析および多重比較の結果を示した。50m走タイムは1学年（11秒71）から6学年（9秒02）と学年が進むにつれて低い値を示した（ $p<0.001$ ）。疾走速度は1学年（4.29m/秒）から6学年（5.56m/秒）と学年が進むにつれて高い値を示した（ $p<0.001$ ）。ピッチは1学年（3.96歩/秒）から6学年（3.83歩/秒）で低値を示したのをはじめ、2学年（3.96歩/秒）から3学年（3.83歩/秒）、5学年（3.85歩/秒）から6学年（3.83歩/秒）でも低い値を示したが、分散分析の結果、有意差は認められなかった。ストライドは1学年（1.09m）から6

学年（1.46m）と学年が進むにつれて高い値を示した（ $p<0.001$ ）。1学年から6学年での変化率では50走タイムは23.0ポイント、ピッチは3.3ポイント低下した。疾走速度は29.6ポイント、ストライドは34.4ポイント高くなった。

(1) ピッチについて

小学1年生から6年生の男女児童を対象にした研究（信岡ら2015）では、ピッチは1学年で4.06歩/秒、6学年で3.87歩/秒であり、上級学年の方が有意に低いことが認められている。本研究では学年間での有意差はないものの、この報告と同様に1学年から6学年では3.3ポイント、2学年から3学年では3.2ポイント、5学年から6学

年では0.5ポイント低下した。ストライドとピッチの積である疾走速度が1学年より6学年の方が29.6ポイント高くなっていたのは、1学年から6学年にかけてのピッチの減少率よりもストライドの増加率の方が高く、ピッチが減少傾向であってもストライドの相対的な増加によって疾走速度が増加していたと考えられる（信岡ら2015）。

(2) ストライドについて

これまでに、加齢にともなう疾走能力の発達は身長発育にともなうストライドの増大によるものであり、ピッチは2歳児で成人とほぼ同じ値（約

4.0歩／秒）を示し、その後、変化はみられないと報告されている（宮丸1990、八木1994、加藤1997,1998、齋藤ら1981,1995、太田ら2004）。また、最大速度やストライドは下肢長の増加に伴い直線的に増加する（斉藤ら1995）。これまでの報告と同様に、ストライドは学年が進むにつれて有意に高い値を示していたことから、本研究における疾走能力の学年差の要因は、児童の体格の違いがストライドに影響を及ぼしており、形態面の影響を受けていることが示唆された。

表2 50m走タイム、疾走速度、ピッチ、ストライドの学年ごとの平均値、学年間の変化率、1学年から6学年での変化率、分散分析および多重比較

測定項目			1年生 n=58 平均 ±SD	2年生 n=60 平均 ±SD	3年生 n=58 平均 ±SD	4年生 n=57 平均 ±SD	5年生 n=53 平均 ±SD	6年生 n=54 平均 ±SD	分散分析	多重比較
50m走タイム	平均値	秒	11.71 ± 0.95	10.68 ± 0.73	10.30 ± 0.66	9.66 ± 0.47	9.25 ± 0.50	9.02 ± 0.51	***	1>2>3>4>5>6
	学年間の変化率	%		-8.8	-3.6	-6.2	-4.3	-2.5		
	1年時から6年時の変化率	%								
疾走速度	平均値	m/秒	4.29 ± 0.32	4.70 ± 0.32	4.87 ± 0.30	5.19 ± 0.25	5.42 ± 0.30	5.56 ± 0.32	***	1<2<3<4<5<6
	学年間の変化率	%		9.5	3.6	6.5	4.5	2.6		
	1年時から6年時の変化率	%								
ピッチ	平均値	歩/秒	3.96 ± 0.22	3.96 ± 0.23	3.83 ± 0.19	3.83 ± 0.24	3.85 ± 0.22	3.83 ± 0.18	n.s	
	学年間の変化率	%		0.0	-3.2	0.1	0.3	-0.5		
	1年時から6年時の変化率	%								
ストライド	平均値	m	1.09 ± 0.07	1.19 ± 0.07	1.27 ± 0.09	1.36 ± 0.08	1.41 ± 0.08	1.46 ± 0.09	***	1<2<3<4<5<6
	学年間の変化率	%		9.4	7.0	6.5	4.2	3.5		
	1年時から6年時の変化率	%								

***: p<0.001

3. 疾走能力の学年差に関する機能面の影響について

表3には速度指数、ピッチ指数、ストライド指数、立幅跳、立幅跳指数の学年ごとの平均値、学年間の変化率、1学年から6学年での変化率、分散分析および多重比較の結果を示した。速度指数は1学年(1.91)から6学年(1.96)と学年が進むにつれて高い値を示した(p<0.01)。ピッチ指数は1学年(0.91)から6学年(0.98)では高い値を示した(p<0.01)が、そのうち、2学年(0.93)から3学年(0.92)では0.2ポイント低下した。ストライド指数は1学年(2.11)から6学年(2.14)と学年が進むにつれて高い値を示したが、分散分析の結果、学年間で有意差は認められなかった。立幅跳は1学年(121.2cm)から6学年(168.6cm)では高い値を示した(p<0.001)が、そのうち、5学

年(174.0cm)から6学年(168.6cm)では3.1ポイント低下した。立幅跳指数は1学年(2.35)から6学年(2.64)では高い値を示した(p<0.05)が、そのうち、2学年(2.74)から3学年(2.54)では7.3ポイント、5学年(2.78)から6学年(2.64)では5.2ポイント低下した。1学年から6学年での変化率では速度指数は2.3ポイント、ピッチ指数は8.2ポイント、ストライド指数は1.3ポイント、立幅跳は39.1ポイント、立幅跳指数は12.2ポイント高くなった。

(1) ピッチ指数について

12歳から22歳を対象とした太田ら(1998,1999)の研究や7歳から12歳を対象とした信岡ら(2015)の研究によって、年齢や学年が進むにつれてピッチ指数が有意に高まること、ピッチ指数は下肢長

当たりのピッチを生み出せる能力であり、その能力は加齢や身長が発育とともに発達する（齋藤ら 1995、太田ら 1999）ことが報告されている。齋藤ら（1994）は加齢に対してピッチが一定に保たれたことやピッチ指数が増加したことは同じ周期で下肢を前後に振ることができるような脚筋力や脚筋パワーなどの増加（機能的発達）（八木 1994、加藤ら 1992）があったことを示唆している。本研究では 2 学年から 3 学年では 0.2 ポイント低下していたものの、先行知見と同様に、ピッチ指数は学年が進むにつれて有意に高い値を示していたことから、本研究における疾走能力の学年差の要因としてピッチ指数（下肢長当たりのピッチを生み出せる能力）による機能面の影響もあることが示唆された。

(2) ストライド指数について

身長比ストライド（ストライド指数）が著しく増加するのは、疾走動作が急速に変容する 2 歳から 6 歳の時期であり（齋藤ら 1981）、それ以降、身長比ストライドは大きな変化はない（齋藤ら 1995、太田ら 1998,1999,2004、信岡ら 2015）と報告されており、先行知見と同様に、ストライド指数は学年が進むにつれて高い値を示したが、分散分

析の結果、学年間で有意差は認められなかった。12 歳から 29 歳までの競技者を対象にした研究において、トレーニングの遂行によって筋力、疾走動作などが改善してもピッチ指数、ストライド指数の両方が増加するのではなく、ピッチ指数のみが有意に増加していることが報告されている（太田ら 2004）。12 歳から 29 歳の競技者と 1 学年から 6 学年の児童との違いはあるが本研究の結果もこれと同様の傾向を示したといえる。

(3) 立幅跳指数について

立幅跳の記録は最高疾走スピードと関係性が高く、競技パフォーマンスが優れるほどジャンプ能力に優れる傾向にあり（宮代 2012）、疾走能力は跳躍能力（垂直跳、リバウンドジャンプ、立幅跳、立三段跳および立五段跳）と関連している（岩竹ら 2008）との先行知見から、本研究では下肢長当たりのピッチやストライドを生み出せる能力の要因を検証するために、脚筋パワーの指標の 1 つと考えられる立幅跳に着目した。身長と立幅跳の間に有意な相関関係（ $r=0.625, p<0.001$ ）が認められたため、これを指数化して、ピッチ指数やストライド指数との関係性について検証を試みた。

表 3 速度指数、ピッチ指数、ストライド指数、立幅跳、立幅跳指数の学年ごとの平均値、学年間の変化率、1 学年から 6 学年での変化率、分散分析および多重比較

測定項目			1年生 n=58	2年生 n=60	3年生 n=58	4年生 n=57	5年生 n=53	6年生 n=54	分散分析	多重比較
			平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD		
速度指数	平均値		1.91 ± 0.14	1.92 ± 0.14	1.93 ± 0.15	1.94 ± 0.16	1.95 ± 0.17	1.96 ± 0.17	**	1<2<3<4<5<6
	学年間の変化率	%	0.3		0.4	0.6	0.8	0.3		
	1年時から6年時の変化率	%	2.3							
ピッチ指数	平均値		0.91 ± 0.05	0.93 ± 0.05	0.92 ± 0.04	0.95 ± 0.06	0.96 ± 0.05	0.98 ± 0.05	***	1<2<3<4<5<6
	学年間の変化率	%	2.0		-0.2	2.3	2.0	1.8		
	1年時から6年時の変化率	%	8.2							
ストライド指数	平均値		2.11 ± 0.13	2.12 ± 0.13	2.12 ± 0.13	2.13 ± 0.14	2.14 ± 0.14	2.14 ± 0.14	n.s	
	学年間の変化率	%	0.3		0.3	0.3	0.3	0.1		
	1年時から6年時の変化率	%	1.3							
立幅跳	平均値	cm	121.2 ± 14.5	146.4 ± 12.1	149.4 ± 14.1	157.5 ± 10.3	174.0 ± 14.3	168.6 ± 18.8	***	1<2<3<4<5<6
	学年間の変化率	%	20.8		2.04	5.41	10.49	-3.10		
	1年時から6年時の変化率	%	39.1							
立幅跳指数	平均値		2.35 ± 0.25	2.74 ± 0.22	2.54 ± 0.49	2.63 ± 0.21	2.78 ± 0.27	2.64 ± 0.29	*	1<2>3<4<5>6
	学年間の変化率	%	16.4		-7.3	3.6	6.0	-5.2		
	1年時から6年時の変化率	%	12.2							

*: $p<0.05$ **: $p<0.01$ ***: $p<0.001$

表4は立幅跳指数、ピッチ指数、ストライド指数の3つの分析項目間の偏相関行列を全学年と学年別に分けて示したものである。本研究では、ピッチとストライドとの間には、負の相互作用が存在するため、単相関分析を用いた場合、高いSF index（ピッチ指数）に関係する要因は低いSL index（ストライド指数）に関係し、高いSL index（ストライド指数）に関係する要因は低いSF index（ピッチ指数）に関係する可能性があることから、SF index（ピッチ指数）およびSL index（ストライド指数）のそれぞれと、他の算出項目（本研究では立幅跳指数）との間の偏相関係数を算出した。SF index（ピッチ指数）について検討する際はSL index（ストライド指数）をSL index（ストライド指数）について検討する際はSF index（ピッチ指数）を制御変数とした（豊嶋ら2018）。

立幅跳指数とピッチ指数との間に偏相関（ $r=0.504, p<0.001$ ）が認められ、ストライド指数との間にも偏相関（ $r=0.622, p<0.001$ ）が認められた。立幅跳指数が優れている者は下肢長あたりのピッチを生み出せる能力（ピッチ指数）やストライドを生み出せる能力（ストライド指数）が優れている傾向にあることを示すものであり、脚筋パワーが下肢長あたりのピッチ、ストライドを生み出せる能力に影響を与えている1つの要因であることを示唆するものであった。

立幅跳指数について、学年別に考察していくと1学年から6学年では有意に高い値を示したが、2学年から3学年、5学年から6学年では低下していた。また、1学年では立幅跳指数とピッチ指数、ストライド指数との間に偏相関が認められなかった。これら要因として、立幅跳の動作は3年生（8歳）で成熟した立ち幅跳び動作に達しており（陳2008）、8歳以降の跳躍能力の増大は発育に伴う筋量の変化が影響している（辻野ら1974）ため、低学年の段階では個々の立幅跳動作の習熟度の影響があったのではないかと推察される。さらに、同じ暦年齢であっても発育や発達に個人差があり、この時期の体力・運動能力測定値は、身体がより成熟しているものほど物理的に良好となる（福永ら2013）ことから、同じ学年であっても脚筋パワーに個人差やばらつきがみられたのではないかと考えられる。

また、立幅跳指数を制御変数としたピッチ指数とストライド指数との間においても偏相関（ $r=0.543, p<0.001$ ）が認められた。下肢長の影響を取り除き、かつ、脚筋パワー（立幅跳指数）の影響を取り除いても、ピッチとストライドとの間には、負の相互作用があることが示された。

表4 全学年および学年別での立幅跳指数、ピッチ指数、ストライド指数の偏相関行列

全学年	立幅跳指数	ピッチ指数	ストライド指数
立幅跳指数	—	***	***
ピッチ指数	0.504	—	***
ストライド指数	0.622	-0.543	—
1学年	立幅跳指数	ピッチ指数	ストライド指数
立幅跳指数	—	n.s	n.s
ピッチ指数	0.024	—	*
ストライド指数	0.084	-0.561	—
2学年	立幅跳指数	ピッチ指数	ストライド指数
立幅跳指数	—	***	***
ピッチ指数	0.796	—	***
ストライド指数	0.757	-0.745	—
3学年	立幅跳指数	ピッチ指数	ストライド指数
立幅跳指数	—	*	***
ピッチ指数	0.334	—	**
ストライド指数	0.602	-0.505	—
4学年	立幅跳指数	ピッチ指数	ストライド指数
立幅跳指数	—	*	***
ピッチ指数	0.413	—	**
ストライド指数	0.632	-0.511	—
5学年	立幅跳指数	ピッチ指数	ストライド指数
立幅跳指数	—	***	*
ピッチ指数	0.767	—	**
ストライド指数	0.639	-0.651	—
6学年	立幅跳指数	ピッチ指数	ストライド指数
立幅跳指数	—	**	***
ピッチ指数	0.602	—	***
ストライド指数	0.850	-0.825	—

* $p<0.05$ ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

5. まとめ

本研究における、疾走能力の学年差の要因として、児童の体格の違いがストライドに影響を及ぼしており、形態面の影響を受けていた。さらに、物理的負荷が増大していてもピッチを維持するといった機能面（下肢長あたりのピッチを生み出せる能力）の影響もあることが示唆された。また、脚筋パワーが下肢長あたりのピッチやストライドを生み出せる能力に影響を与えている1つの要因である可能性を示唆するものであった。

高井ら（2019）はピッチやストライドの成長が身長が発育といった形態的な要因だけでは説明しきれないことを述べており、その要因として、発育期では形態的な成長だけでなく、高いピッチには神経系の機能が影響する（Salo AI et al. 2011）ことや発育期では身長の成長に伴い、筋サイズや発揮筋力は成長し、ピッチを生み出す能力が発達すること、さらには、走動作様式が変化することを挙げている。疾走動作に関する先行知見として、ピッチ指数が高い児童の走り方の特徴は接地時において遊脚の大腿部がより前方に位置していることから、遊脚動作に着目した走り方の指導が有効である可能性を示唆（信岡ら2015）しており、さらに、宮丸ら（1975,1990）は、この年代のピッチ

の増加は神経系の発達によるものであり、八木（1994）はこれに脚筋力の影響もあったことを報告している。この年代は神経系の発達と強い筋活動ではなく速い筋活動の発達によってピッチが増加していくこと、神経系のこの時期の発達は、刺激伝達時間（反応時間から筋活動発現時間）が主である（松井 1970）といった先行知見からすると、走運動だけではなく、様々な運動を通して全身を動かしながらピッチを高めるための条件の基礎づくりがこの時期に不可欠であると考えられる。

本研究においては横断的なサンプリングであったことに加え、ピッチやストライドを生み出す能力に関する様々な機能的要素について検証することができなかった。発育発達期の運動パフォーマンスは身体発育の遅速による影響を含むため、暦年齢や絶対値だけで判定することは個人差を考慮しているとはいえず（福永ら 2013）、身体組成や疾走能力を縦断的に分析し、児童、生徒の最大身長発育速度（Peak Height Velocity）をもとに成長段階を把握し、疾走能力を検討する必要がある。本研究では検討されていない疾走時のバイオメカニクスの要因の検証も含めて、より包括的に発育期の疾走能力の発達について検証を重ねていくことが今後の課題である。

IV 結論

本研究は発育発達期にあたる 7 歳から 12 歳までの女子児童を対象に、疾走能力の発達を形態面の影響と機能面の影響とに区別して検討し、疾走能力の発達様相に関する基礎的知見を得ることを目的とした。

- (1) ストライドは学年が進むにつれて有意に高い値を示し、ストライド指数は学年間での有意差は認められなかったが、学年が進むにつれて高値を示した。
- (2) ピッチ指数は学年が進むにつれて有意に高い値を示し、ピッチは学年間での有意差は認められなかったが、1 学年より 6 学年の方が低値を示した。
- (3) 立幅跳指数とピッチ指数、ストライド指数との間に相関関係が認められた。立幅跳指数が優れている者は下肢長あたりのピッチを生み出せる能力（ピッチ指数）やストライドを生み出せる能力（ストライド指数）が優れている傾向が示唆された。

以上のことから、その結果、疾走能力の学年差の要因として、児童の体格の違いがストライドに影響を及ぼしており、形態面の影響を受けていた。さらに、物理的負荷が増大していてもピッチを維持するといった

機能面（下肢長あたりのピッチを生み出せる能力）の影響もあることが示唆された。また、脚筋パワーが下肢長あたりのピッチやストライドを生み出せる能力に影響を与えている 1 つの要因であることが示唆された。

引用および参考文献

- ・ Alexander, R.McN. (1977) Terrestrial locomotion. In : Mechanics and Energetics of Animal Locomotion. Chapman and Hall : London, pp.168-203.
- ・ 伊藤正男, 井村裕夫, 高久史磨 (2009) 医学書院医学大辞典第 2 版, 医学書院.
- ・ 岩竹淳, 山本正嘉, 西薊秀嗣, 川原繁樹, 北田耕司, 関子浩二 (2008) 思春期後期の生徒における加速および全力疾走能力と各種ジャンプ力および脚筋力との関係, 体育学研究 53 : 1-10.
- ・ 太田涼, 有川秀之 (1998) 短距離走における疾走速度増加とピッチ、ストライドの関係に関する研究, スプリント研究 8 : 9-27.
- ・ 太田涼, 有川秀之 (1999) 身長発育からみた疾走能力の発達, 運動とスポーツの科学 5 : 9-21-27.
- ・ 太田涼, 有川秀之 (2004) 短距離走における疾走速度、ピッチ、ストライドの加齢変化, スプリント研究 14 : 76-89.
- ・ 加藤謙一, 山中任宏, 宮丸凱史, 阿江通良 (1992) 男子高校生の疾走能力および最大無酸素パワーの発達, 体育学研究 37 : 291-304.
- ・ 加藤謙一 (1997) 疾走運動における発達バイオメカニクスの役割, 第 13 回日本バイオメカニクス学会論集 : 30-34.
- ・ 加藤謙一 (1998) 発育期における走運動の発達, バイオメカニクス研究 2(2) : 99-108.
- ・ 金久博昭, 角田直哉, 池川繁樹, 福永哲夫 (1989) 相対発育からみた日本人青少年の筋力, 人類学雑誌 97: 71-79.
- ・ 斎藤昌久 (1981) : 2 ~ 11 歳児の走運動における脚の動作様式, 体育の科学 31: p357-361.
- ・ 斎藤昌久, 伊藤章 (1995) 2 歳児から世界一流短距離選手までの疾走能力の変化, 体育学研究 40 : 104-111.
- ・ Salo AI, Bezodis IN, Batterham AM, Kerwin DG (2011) Elite sprinting are athletes individually step-frequency or step-length reliant? Med Sci Sports Exerc 43 : 1055-1062.
- ・ 首都大学東京体力標準値研究会編 (2007) 新・日本人の体力標準値 II, 不味堂出版 : 305-306.
- ・ 高井洋平, 中谷深友紀, 原村未来, 吉本隆哉, 金久博昭 (2019) 3 歳から 15 歳の子どもの大腿部の筋サイズと疾走能力の相対成長, 体力科学第 68 巻 (6) : 369-380.
- ・ 陳周業 (2008) 児童における基本動作発達に関する運動学的研究 - 立ち幅跳びに着目して -, 広島大学大学院教育学研究科紀要 57 : 309-315.
- ・ 辻野昭, 岡本勉, 後藤幸弘, 橋本不二雄, 徳原康彦 (1974) 発育にともなう動作とパワーの変遷について, - 跳躍動作 (垂直跳び, 立ち幅跳び) -, 身体運動の科学 I, 杏林書院,

203-243.

- ・豊嶋陵司, 桜井伸二 (2018) 短距離走の最大速度局面における遊脚キネティクスとピッチおよびストライドとの関係, 体育学研究 63 : 479-493.
- ・信岡沙希重, 樋口貴俊, 中田大貴, 小川哲也, 加藤孝基, 中川剣人, 土江寛裕, 磯繁雄, 彼末一之 (2015) 児童の疾走速度とピッチ・ストライド・接地時間・滞空時間の関係, 体育学研究 60 : 497-510.
- ・福永裕子, 高井洋平, 藤田英二, 山本正嘉 (2013) 発育発達期の身体組成・筋形態・下肢筋力の分析－体格を基準としたパフォーマンスレベルによる違い－, スポーツトレーニング科学 14 : 9-15.
- ・松井秀治 (1970) 走運動のカリキュラム, 体育の科学 20 : 96-101.
- ・宮丸凱史 (1975) 幼児の基礎的運動技能における Motor Pattern の発達－ 1 －, 東京女子体育大学紀要 10 : 14-25.
- ・宮丸凱史 (1990) 発育期の子供の疾走能力の発達に関する研究 (1)- 児童の疾走能力の縦断的発達 -, 平成 2 年度日本体育協会スポーツ医科学研究報告 : pp.128-137.
- ・宮丸凱史 (2001) 疾走能力の発達, 杏林書院 : 70-128.
- ・宮代賢司 (2012) 最高疾走スピードとジャンプ能力の関係, 陸上競技者社 : 71-73.
- ・八木規夫 (1994) 走運動の発達 - 歩数頻度の変動に着目して -, 体育の科学 44 : 631-636.
- ・吉本隆哉, 高井洋平, 藤田英二, 福永裕子, 金高宏文, 西園秀嗣, 金久博昭, 山本正嘉 (2012) 小・中学生男子の下肢筋群の筋量および関節トルクが走・跳躍能力に与える影響, 体力科学 61 : 79-88.