

脚伸展パワーが走幅跳びに及ぼす影響：  
小学5年生の場合

尾 縣 貢<sup>1)</sup> 中野正英<sup>2)</sup> 岡沢祥訓<sup>1)</sup>

Effect of leg extension power on running long jump :  
In the fifth grade of elementary school

Mitsugi Ogata<sup>1</sup> Masahide Nakano<sup>2</sup> and Yoshinori Okazawa<sup>1</sup>

Abstract

The purposes of this study were to clarify the effect of leg extension power on running long jump on school children, and to examine the effectivenesses of jump from shorter approach run.

The experiment was composed of filming take-off movement and measuring leg extension power. In the filming, two kinds of jump were done; longer approach run defined as Trial I (over 20 meters) and shorter approach run defined as Trial II (within 15 meters). Subjects were thirty-four males and thirty-two females in the fifth grade of elementary school. Then, they were divided into three groups judging from relative leg extension power (leg extension power/body weight); Excellent group, Medium group and Poor group. Obtained variables from film analysis such as displacement, time, velocity and angle were compared among three groups. In the same way, those variables were compared between both trials.

Results were as follows :

- 1) In the male's Trial I, Excellent group recorded longer jumping distance than the other two groups as a result of higher approach running velocity. Moreover, Excellent group seemed to perform more rational take-off movement than Poor group judging from shorter contact time.
- 2) In male's Trial II, Excellent group moved into take-off with higher approach running velocity, and showed higher initial velocity at take-off. Consequently Excellent group recorded longer jumping distance.
- 3) In both trials of females, there were no variables to be recognized as significant differences among groups. Therefore, running long jump of the fifth grade of females seemed not to be affected by leg extension power remarkably.
- 4) In the Trial II, males recorded shorter jumping distance as a result of lower initial velocity, and showed no rational take-off movements. Therefore, there were few merits by utilizing shorter approach run.
- 5) It was concluded that jumping from shorter approach run was effective for female's Poor group because of leading better landing to sandpit without reducing

---

1) 奈良教育大学  
〒630 奈良県奈良市高畑町  
2) 奈良支部  
〒630 奈良県奈良市北魚屋西町

1. Nara University of Education, Department of Education, Takabatake, Nara City, Nara-Ken (630)  
2. Nara branch, Nara City, Nara (630)

velocity at take-off.

**Key words :** running long jump, take-off, the fifth grade at elementary school, leg extension power.

(Japan J. Phys. Educ., 38 : 35-45, May, 1993.)

キー・ワード：走幅跳び，踏切，小学5年生，脚伸展パワー

つかについても検討した。

## 目 的

走幅跳びは，助走で獲得した速度の一部を踏切で垂直初速度に変換し，身体を投射させ，その距離を競う競技である。そこで，高い performance を得るためには助走の速度を高めることと，踏切で助走速度の減速を最小限におさえながら垂直初速度を獲得し，適切な跳躍角度で跳び出すことが主たる条件となる。このうち踏切は技術的にも難しい局面であり，これまでも kinematic な面<sup>1,3,5,6,16,18,19,21,22,24,28,29)</sup>，kinetic な面<sup>2,3,10,14,22,25,28,29)</sup>から研究が進められ，合理的な技術についての検討がなされてきた。また，踏切での負荷は瞬間的に体重の7倍近く<sup>5)</sup>(競技者の場合)に及ぶことから脚筋力が要求されると考えられる。

このような種目特性を持つため，筋力水準が低く技術的にも未熟な小学生にとっては，適切な跳躍角度で跳ぶことは困難で，走り抜け型の走幅跳びのレベルにあると言われている<sup>28)</sup>。しかし，小学生を対象とした脚筋力と距離獲得条件である踏切初速度や跳躍角度，踏切動作などとの関係についての研究はほとんどなされていないため<sup>6)</sup>，脚筋力が走幅跳びに及ぼす影響は明らかではない。そのため学習場面において適切な踏切の指導が行われていないのが現状と言える。

そこで，本研究では走幅跳びが陸上運動として取り扱われる小学5年生を対象とし，脚筋力の指標として脚伸展パワーを測定し，そのパワー水準の違いから生じる跳躍距離獲得条件や踏切動作における差異を明らかにすることにより，脚伸展パワーが走幅跳びに及ぼす影響を検討した。また，助走速度が低く踏切動作の制御が容易なため<sup>5)</sup>，競技者の練習手段として頻繁に用いられている短助走跳躍が，小学生にとってどのような意味を持

## 方 法

実験は，走幅跳びの助走から着地までの一連の動作のビデオ撮影と，脚伸展パワーの測定とから構成した。

### 1. 実 験

1) 被検者：小学校5学年の2クラス(男子：34名，女子：31名)を対象とした。被検者の身長は，男子 $1.464 \pm 0.064$  m，女子 $1.467 \pm 0.064$  m，体重は，男子 $40.0 \pm 7.8$  kg，女子 $37.0 \pm 6.2$  kgであった。

### 2) ビデオ撮影

これまでの最適助走距離を検討した報告<sup>1,26,27)</sup>を参考にして，適切な助走距離を20—25 mと判断し，20 m以上の助走からの跳躍を全助走跳躍と定義(図表中では Trial I とする，省略形 TI)，15 m以内の助走距離からの跳躍を短助走跳躍と定義(図表中では Trial II とする，省略形 TII)し，被検者に任意に距離を決定させ，それぞれ1本ずつ行わせた。指定した1 mの幅の踏切りゾーンで踏み切れなかった者については撮影・画像分析が不可能と判断して，もう1本の跳躍を課した。跳躍距離は，踏切足先端から砂場に残った着地跡の最も踏切に近い地点までを測定した。

これらの試技を Video Camera (Sony CCD-V 90,60 fps)で撮影を行った。踏切ゾーンの中心から左側方(助走方向に対して)30 mより踏切動作をカメラを固定して撮影した。踏切地点にはビデオ画像の縮小率を知るスケールとして1 m間隔でマークを設置した。なお，画像には1/100のタイムを写しこんだ。実験設定は，Fig. 1を参照のこと。

### 3) 脚伸展パワー測定

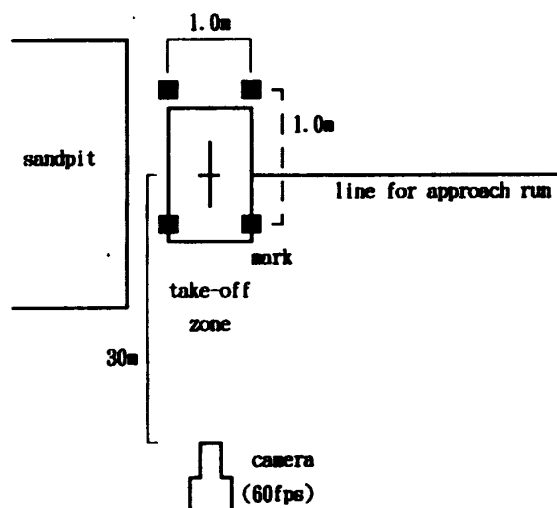


Fig 1. Schematic illustration for placement of equipments for filming.

測定にはレッグパワー(竹井機器工業社製)を用い、座位姿勢での等速度脚伸展(膝関節伸展+股関節伸展)運動中の発揮パワー(ペダルの移動速度は、毎秒 0.8 m)を 1 人につき 3 回測定し、その最高値を採用した。測定値は、ペダルにかかる荷重とペダルの移動速度から算出した脚伸展運動中の平均パワーである。

## 2. ビデオ分析

踏切で足が接地した時点から足が完全に離地する時点までを踏切局面とした。分析は、踏切局面に相当するフレームと、その前後 5 フレームについて行った。撮影した画像は、Video Player (National GT 4 W NV-FS 70) から Personal Computer (Sharp CZ 888 C) に送り、各フレームごとに身体 23 点の位置を示す座標に変換した。その後、

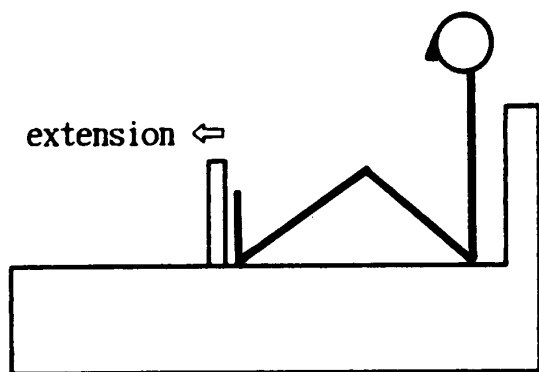


Fig 2. Method of measuring leg extension power.

デジタルフィルター法<sup>23)</sup>により cutoff 周波数 8 Hz で平滑化した。これらのデータから、①—⑦までの変数を算出した。

- ① 踏切足離地瞬間の重心移動速度(以後、踏切初速度とする)、跳躍角度、重心高の身長比。身体重心は、Chandler, et al.<sup>4)</sup>の定めた係数により算出した。
- ② 踏切足が接地した瞬間の重心移動速度(以後、踏込速度とする)。
- ③ 踏切中の重心移動速度の低下：踏込時重心移動速度から踏切初速度を減じたもの。
- ④ 推定跳躍距離：跳躍を重心の放物運動と考え、踏切足離地瞬間の重心移動速度、跳躍角度、重心高から重心の投射水平距離を算出した。それに踏切足離地時のつま先から重心までの水平距離を加えたものを推定跳躍距離とした。そして、推定跳躍距離から実際の跳躍距離を減じた値を算出し、これを着地の巧拙を判断する基準とした。
- ⑤ 踏切時間：踏切で足が接地している時間をフレーム数から算出した。
- ⑥ 踏込時と離地時の上体角度：両大転子を結ぶ線分の中点を通り、上方に伸びる鉛直線と、その中点と胸骨上縁を結ぶ線分がなす角度。鉛直線より後方を正の角度、前方を負の角度とした。
- ⑦ 踏込時と離地時の脚角度：重心から下した鉛直線と、重心とつま先を結んだ線分がなす角度。鉛直線より後方を正の角度、前方を負の角度とした。

## 3. 統計処理

脚伸展パワー値を体重で除した相対的脚伸展パワー値を算出し、男女別に平均+0.5標準偏差以上を Excellent 群、平均-0.5標準偏差以下を Poor 群、その間を Medium 群と定義した。全・短助走跳躍ごとに 3 群間の分散分析を行い、有意な差が認められた項目につきライアンの多重比較<sup>11)</sup>により平均値の差の検定を行った。また、跳躍距離およびビデオ分析により得られた項目の間の相関関係を検討した。さらに全助走跳躍と短助

走跳躍間の平均値の差の検定を対応のある t 検定により行った。なお有意水準は 5% とした。

### 結果と考察

Table 1 は、被検者全体、各群ごとの身長、体重、脚伸展パワー、相対的脚伸展パワー(体重比)、助走距離の平均と標準偏差を示している。男子の全助走跳躍の助走距離は、 $23.44 \pm 1.52$  m、短助走跳躍の助走距離は  $14.71 \pm 0.40$  m、女子は全助走跳躍で  $20.63 \pm 1.55$  m、短助走跳躍で  $14.73 \pm 0.35$  m であった。群別に見ると、男子の全助走跳躍では Excellent 群  $23.88 \pm 0.92$  m、Medium 群  $23.36 \pm 0.80$  m、Poor 群  $22.55 \pm 2.10$  m と、有意ではないが、筋力の強い順に長い助走距離を示した。一方、女子の全助走跳躍では全群が 20 m 台の距離であり、ほぼ同じであった。これまでの報告から小学5年生の至適助走距離は、油野・西尾<sup>1)</sup>によると 20—25 m、品田・岡野<sup>27)</sup>によると 20 m と指摘されており、男女とも全体平均は、至適距離の範囲内であったと言える。短助走跳躍では、男女・群別に関係なく、15 m に近い値であった。

Table 2, 3 は、分析項目の被検者全体の平均値と標準偏差、群別の平均値と標準偏差、そして群間差の分散分析の結果を示している。分散分析により有意水準に達したものに関してはライアン法により多重比較を行った。また、全助走跳躍と短助走跳躍との平均値の差と、その有意水準も全体・群別に示している。

Table 4 は、全助走跳躍、短助走跳躍における跳躍距離およびビデオ分析に関する項目間の相関関係を男女別に示したものである。

#### 1. 脚伸展パワーが走幅跳びに及ぼす影響

男子の全助走跳躍においては、Excellent 群の跳躍距離は 3.351 m であり、Medium 群の 2.961 m と Poor 群の 2.899 m に比べ、有意に高いものであった。これは、跳躍距離を規定する主要因である踏切初速度<sup>6, 29)</sup>において Excellent 群が他の 2 群よりも有意に高い値を示したためだと考えられる。男子全助走跳躍において、踏込速度と踏切初速度とは有意な正の相関関係 ( $r = 0.902$   $p < 0.001$ ) にあることから、高い踏切初速度は速い助

**Table 1.** Comparisons of body height, body weight, leg extension power and distance of approach run among three groups.

Variables		All	Excellent	Medium	Poor	Variance analysis	Multiple comparison
		subjects	group	group	group		
	M	n = 34	n = 12	n = 11	n = 11		
	F	n = 32	n = 10	n = 10	n = 12		
Body height (m)	M	$1.464 \pm 0.064$	$1.488 \pm 0.055$	$1.428 \pm 0.063$	$1.472 \pm 0.061$		
	F	$1.467 \pm 0.064$	$1.469 \pm 0.064$	$1.487 \pm 0.062$	$1.450 \pm 0.060$		
Body weight (kg)	M	$40.0 \pm 7.8$	$40.2 \pm 7.2$	$35.4 \pm 7.3$	$44.3 \pm 6.2$	*	M < P *
	F	$37.0 \pm 6.2$	$34.2 \pm 5.1$	$41.2 \pm 6.2$	$36.0 \pm 5.2$	*	E < M *
Leg extension power (W)	M	$297.4 \pm 80.3$	$369.8 \pm 66.9$	$265.5 \pm 56.7$	$250.4 \pm 54.0$	***	E > M * · E > P **
	F	$205.8 \pm 64.7$	$267.8 \pm 41.5$	$222.8 \pm 42.5$	$139.8 \pm 20.4$	***	E > M * · E > P **, M > P **
Relative leg extension power (W/kg)	M	$7.54 \pm 1.61$	$9.13 \pm 0.85$	$7.50 \pm 0.44$	$5.84 \pm 1.19$	***	E > M **, E > P **, M > P **
	F	$5.62 \pm 0.70$	$7.88 \pm 1.74$	$5.40 \pm 0.49$	$3.93 \pm 0.57$	***	E > M **, E > P **, M > P **
Distance (m)							
	T I	M	$23.44 \pm 1.52$	$23.88 \pm 0.92$	$23.36 \pm 0.80$	$22.55 \pm 2.10$	
		F	$20.63 \pm 1.55$	$20.60 \pm 0.80$	$20.48 \pm 2.20$	$20.79 \pm 1.35$	
	T II	M	$14.71 \pm 0.40$	$14.63 \pm 0.41$	$14.77 \pm 0.39$	$14.73 \pm 0.40$	
		F	$14.73 \pm 0.35$	$14.75 \pm 0.38$	$14.70 \pm 0.33$	$14.80 \pm 0.33$	

T I : jump from longer approach run T II : jump from shorter approach run

M : males F : females \*\*\*  $p < 0.001$  \*\*  $p < 0.01$  \*  $p < 0.05$

Table 2. Comparisons of jumping distance and variables obtained from film analysis.—Male—

Variables		All subjects n = 34	Excellent group n = 12	Medium group n = 11	Poor group n = 11	Variance analysis	Multiple comparison
Jumping distance (m)	T I	3.079±0.347	3.351±0.236	2.961±0.193	2.899±0.384	***	E>M*, E>P*
	T II	2.965±0.383	3.224±0.260	2.894±0.336	2.755±0.380	**	E>P*
	Diff.	0.114**	0.127**	0.067	0.114**		
Estimated jumping distance (m)	T I	3.597±0.466	3.949±0.342	3.429±0.250	3.383±0.523	**	E>M*, E>P*
	T II	3.474±0.395	3.718±0.298	3.381±0.302	3.302±0.457	*	E>P*
	Diff.	0.123	0.231	0.048	0.081		
Estimated jumping distance minus jumping distance (m)	T I	0.518±0.215	0.598±0.217	0.532±0.177	0.516±0.224		
	T II	0.509±0.133	0.494±0.092	0.513±0.137	0.453±0.128		
	Diff.	0.009	0.104	0.019	0.063		
Initial velocity at take-off (m/sec)	T I	5.55±0.54	5.91±0.34	5.40±0.40	5.30±0.61	**	E>M*, E>P*
	T II	5.38±0.46	5.66±0.29	5.29±0.38	5.17±0.54	*	E>P*
	Diff.	0.17***	0.25**	0.11*	0.13		
Velocity at landing (m/sec)	T I	5.98±0.47	6.34±0.34	5.88±0.29	5.67±0.48	**	E>M*, E>P**
	T II	5.86±0.41	6.16±0.28	5.77±0.22	5.63±0.48	**	E>M*, E>P*
	Diff.	0.12**	0.18*	0.11	0.04		
Decrease of velocity during foot contact (m/sec)	T I	0.43±0.23	0.43±0.24	0.49±0.20	0.37±0.23		
	T II	0.48±0.21	0.50±0.21	0.48±0.21	0.46±0.21		
	Diff.	-0.05	-0.07	0.01	-0.09		
Take-off angle (deg)	T I	16.8±3.8	17.6±3.0	17.5±4.5	15.3±3.3		
	T II	16.1±3.5	16.9±3.1	16.9±3.9	14.5±2.9		
	Diff.	0.7	0.7	0.6	0.8		
Leg angle at landing (deg)	T I	-27.2±4.8	-28.5±2.4	-28.3±2.9	-24.6±6.8		
	T II	-31.0±2.6	-30.6±3.2	-31.5±2.0	-31.0±2.2		
	Diff.	3.8***	2.1	3.2**	6.4*		
Leg angle at take-off (deg)	T I	21.1±4.4	19.5±3.4	20.2±3.3	24.0±4.9		
	T II	23.5±5.7	21.2±5.3	22.4±6.8	26.4±3.0		
	Diff.	-2.2*	-1.7	-2.2	-2.4		
Upper body angle at landing (deg)	T I	-3.8±3.7	-1.6±3.2	-4.5±4.0	-5.6±2.5	*	E>P*
	T II	-5.8±4.9	-4.5±6.1	-6.1±4.4	-7.0±3.3		
	Diff.	2.0**	2.9	1.6	1.4		
Upper body angle at take-off (deg)	T I	0.1±4.9	2.5±4.0	0.5±6.1	-3.0±2.0	*	E>P*
	T II	-1.4±6.4	-0.2±7.4	-0.3±6.4	-3.7±4.3		
	Diff.	1.5	2.7	0.8	0.7		
Contact time (sec)	T I	0.140±0.018	0.132±0.013	0.138±0.014	0.151±0.019	*	E<P*
	T II	0.160±0.012	0.146±0.012	0.154±0.027	0.180±0.019	**	E<P**, M<P*
	Diff.	-0.020***	-0.014**	-0.016	-0.029***		
CG height/ body height	T I	0.531±0.019	0.537±0.016	0.532±0.020	0.524±0.018		
	T II	0.523±0.016	0.527±0.016	0.515±0.009	0.527±0.018		
	Diff.	0.008*	0.010	0.017**	-0.003		

T I : jump from longer approach run T II : jump from shorter approach run Diff. : mean difference

\*\*\* p &lt; 0.001 \*\* p &lt; 0.01 \* p &lt; 0.05

Table 3. Comparisons of jumping distance and variables obtained from film analysis.—Female—

Variables		All subjects n = 32	Excellent group n = 10	Medium group n = 10	Poor group n = 12	Variance analysis	Multiple comparison
Jumping distance (m)	T I	2.901±0.380	3.094±0.289	2.849±0.271	2.785±0.456		
	T II	2.914±0.349	2.983±0.319	2.881±0.276	2.885±0.413		
	Diff.	-0.013	-0.111	-0.032	-0.100*		
Estimated jumping distance (m)	T I	3.463±0.340	3.639±0.287	3.419±0.313	3.436±0.389		
	T II	3.422±0.324	3.491±0.322	3.364±0.322	3.414±0.316		
	Diff.	0.041	0.148	0.055	0.022		
Estimated jumping distance minus jumping distance (m)	T I	0.562±0.211	0.545±0.247	0.570±0.180	0.657±0.145		
	T II	0.508±0.167	0.508±0.129	0.483±0.151	0.529±0.200		
	Diff.	0.054	0.037	0.087	0.128		
Initial velocity at take-off (m/sec)	T I	5.38±0.44	5.47±0.38	5.32±0.35	5.35±0.53		
	T II	5.34±0.39	5.43±0.36	5.24±0.36	5.36±0.41		
	Diff.	0.04	0.04	0.08	-0.01		
Velocity at landing (m/sec)	T I	5.77±0.48	5.87±0.43	5.64±0.47	5.79±0.50		
	T II	5.65±0.38	5.67±0.40	5.56±0.34	5.71±0.38		
	Diff.	0.12*	0.20**	0.08	0.08		
Decrease of velocity during foot contact (m/sec)	T I	0.39±0.23	0.40±0.23	0.32±0.23	0.44±0.22		
	T II	0.31±0.20	0.24±0.16	0.32±0.24	0.36±0.18		
	Diff.	0.08	0.16*	0.00	0.08		
Take-off angle (deg)	T I	17.1±2.8	17.3±2.9	16.7±2.5	17.4±2.8		
	T II	16.3±2.5	16.4±2.4	16.0±2.4	16.5±2.7		
	Diff.	0.8	0.9	0.7	0.9		
Leg angle at landing (deg)	T I	-27.2±2.9	-27.3±3.0	-26.6±2.5	-27.6±3.0		
	T II	-29.0±2.6	-28.1±2.8	-29.6±2.5	-29.1±2.3		
	Diff.	1.8*	0.8	3.0	1.5		
Leg angle at take-off (deg)	T I	21.1±3.3	21.2±3.3	21.0±4.1	21.1±2.5		
	T II	20.9±2.8	20.7±3.2	21.0±2.9	21.1±2.3		
	Diff.	0.2	0.5	0	0		
Upper body angle at landing (deg)	T I	-5.1±4.2	-4.0±3.9	-6.1±5.5	-5.1±2.5		
	T II	-6.3±5.5	-7.2±5.5	-7.8±5.6	-4.4±4.7		
	Diff.	1.2	3.2	1.7	-0.7		
Upper body angle at take-off (deg)	T I	-0.4±5.6	-0.7±6.0	0.3±6.2	-0.9±4.6		
	T II	0.2±4.7	-1.0±4.3	0.5±5.3	1.0±4.3		
	Diff.	-0.6	0.3	-0.2	-1.9		
Contact time (sec)	T I	0.145±0.014	0.142±0.011	0.145±0.013	0.147±0.016		
	T II	0.147±0.015	0.142±0.013	0.153±0.012	0.145±0.017		
	Diff.	-0.002	0	-0.008	-0.002		
CG height/ body height	T I	0.621±0.013	0.621±0.009	0.620±0.019	0.622±0.016		
	T II	0.617±0.016	0.615±0.013	0.623±0.014	0.615±0.017		
	Diff.	0.004	0.006	-0.003	0.007		

T I : jump from longer approach run T II : jump from shorter approach run Diff. : mean difference

\*\*\* p &lt; 0.001 \*\* p &lt; 0.01 \* p &lt; 0.05

**Table 4.** Correlation matrix of jumping distance and variables obtained from film analysis.

— Male —													
Trial II													
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	
(1)	.880***	-.200	.823***	.839***	-.167	-.061	-.090	.293	.095	.097	-.570***	.125	
(2)	.901***	.100	.924***	.851***	-.170	.253	-.134	-.157	.077	-.003	-.431*	-.095	
(3)	.340*	.714***	.273	.156	-.295	-.032	.217	.019	-.289	-.072	.200	-.142	
(4)	.911***	.929***	.544***	.891***	-.455**	-.219	.115	.447**	.001	-.021	-.495**	-.214	
(5)	.880***	.866***	.457**	.902***	.000	-.076	-.022	.202	.185	.139	-.519**	.113	
(6)	-.316	-.387*	-.329	-.478**	-.051	.331	-.297	-.589***	.361*	.319	.072	.495**	
(7)	-.032	.160	.399*	-.150	-.011	.326		-.561***	-.265	.270	.238	-.321	.363*
(8)	-.041	-.162	-.286	-.050	-.225	-.340*	-.659***		.254	-.498**	-.178	.566***	-.425*
(9)	.048	-.074	-.239	.082	-.151	-.495**	-.581***	.704***		-.305	-.179	-.341*	-.288
(10)	.270	.358*	.340*	.343*	.385*	-.011	.268	-.451**	-.264		.452**	-.417*	-.076
(11)	.229	.204	.074	.176	.271	.143	.265	-.434*	-.322	.643***		-.319	.222
(12)	-.536**	-.495**	-.209	-.636***	-.546***	.361*	.034	.193	-.271	-.504**	-.264		-.160
(13)	-.065	.087	.293	-.135	.006	.324	.600***	-.661***	-.741***	.154	.243	.302	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	
Trial I													
— Female —													
Trial II													
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	
(1)	.880***	-.385*	.835***	.842***	-.014	.140	-.265	-.092	.146	.183	-.465**	-.031	
(2)	.927***	.100	.924***	.851***	-.170	.253	-.134	-.157	.077	-.003	-.431*	-.095	
(3)	-.452**	-.098	.046	-.111	-.301	.200	.294	-.112	-.158	-.388*	.137	-.118	
(4)	.848***	.919***	-.051	.866***	-.289	-.069	-.006	-.059	-.031	-.003	-.530**	-.283	
(5)	.849***	.884***	-.158	.874***	.229	.024	-.106	-.205	.198	.084	-.425*	-.214	
(6)	.146	.086	-.229	-.087	.407*	.181	-.191	-.278	.439*	.167	.218	.141	
(7)	-.059	-.086	-.055	-.391*	-.101	.528**		-.537**	-.289	.304	.160	-.108	.446*
(8)	.013	.068	.102	.151	-.079	-.445*	-.627***		-.091	-.336	-.282	.531**	-.546**
(9)	-.119	.005	.367*	.147	-.230	-.749***	-.449**	.394*		-.175	.016	-.371*	.047
(10)	.139	.103	-.122	.221	.386*	.376*	-.135	-.326	-.333		.329	.002	.278
(11)	.318	.256	-.297	.234	.527**	.641***	.120	-.292	-.384*	.664***		-.238	.105
(12)	-.176	-.155	.060	-.320	-.235	.120	.073	.190	-.239	-.101	-.129		.137
(13)	.056	.013	-.147	-.249	.027	.524**	.646***	-.361*	-.399*	.022	.281	.161	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	
Trial I													

T I : jump from longer approach run T II : jump from shorter approach run

(1) Jumping distance (2) Estimated jumping distance (3) Estimated jumping distance minus jumping distance  
 (4) Initial velocity at take-off (5) Velocity at landing (6) Decrease of velocity during foot contact (7)  
 Take-off angle (8) Leg angle at take-off (9) Leg angle at landing (10) Upper body angle at take-off (11)  
 Upper body angle at landing (12) Contact time (13) CG height/body height

\*\*\* p < 0.001 \*\* p < 0.01 \* p < 0.05

走速度により導かれたものと考えられる。

植屋・中村<sup>28)</sup>は、小学校5年生男子(n=20)ではタッチダウン速度(本研究では踏込速度が相当する)と跳躍距離の間に $r=0.822$ ( $p<0.001$ )の高い相関関係があったことを報告している。また、深代・宮下<sup>6)</sup>は、中学生男子の場合、脚筋力は助走速度の分散の52%を説明し、助走速度は脚筋力によって、ほぼ決定されることを明らかにしている。本研究においても踏込速度と跳躍距離との間には $r=0.880$ ( $p<0.001$ )の高い相関関係が認められた。そして、Excellent群は他の2群に比較しても踏込速度も有意に高いことから、男子の場合、跳躍距離に強い影響を及ぼす助走速度は既に小学5年生において脚伸展パワーに大きく影響されると推測できる。

Poor群は、有意ではないが、他の2つの群よりも低い跳躍角度を示した。大きな跳躍角度で跳ぶためには、助走速度の水平成分を踏切中に垂直成分により多く変換することが条件となるが、踏切では瞬間的に体重の7倍近くの負荷がかかるため<sup>5)</sup>、これには強い脚筋力が要求されるものと考えられる。このことからPoor群が低い跳躍角度を示した原因の一つとして脚伸展パワーの弱さがあったものと推測できる。

また、植屋・中村<sup>28)</sup>は、小学5年生男子においては接地時間の短いの方が跳躍距離が優れていると報告している。同様に Klissouras and Karpovich<sup>12)</sup>、Bosco et al.<sup>3)</sup>、平田ら<sup>10)</sup>も接地時間と跳躍距離との逆相関関係を報告している。本研究の男子全助走跳躍においても接地時間は、跳躍距離と $r=-0.536$ ( $p<0.01$ )の有意な相関関係にある他に、踏切中の速度低下( $r=0.361$ ,  $p<0.05$ )、踏切時の上体角度( $r=-0.504$ ,  $p<0.01$ )などとの間にも有意な関係が認められた。これらの関係から短い接地時間は、助走で獲得した速度の踏切中の低下を小さく抑えるうえ、上体を起こした合理的な踏切姿勢につながると考えられる。Excellent群は、Poor群よりも接地時間が有意に短いことから、脚伸展パワーの強いことが短い接地時間を可能にしたと推測できる。

Excellent群は、Poor群に比べ踏込時の上体角

度が有意に大きく、離地時でも上体角度が有意に大きくなっていった。踏切で上体を起こすと、垂直初速度を獲得しやすく、高い跳躍角度に結び付くだけでなく、空中での前方への回転を抑え、着地での上体の前傾が小さくなるため脚を前方に放り出しやすくなる<sup>9)</sup>。実際にKunz<sup>13)</sup>は、上体角度と跳躍距離との間の高い相関関係を明らかにしている。本研究では踏切時の上体角度と、推定跳躍距離から実際の跳躍距離を減じた値との間には有意な関係( $r=0.340$ ,  $p<0.05$ )が認められており、踏切で上体を反らすことが有利な着地につながったものと言える。これらのことから強い脚伸展パワーが高い助走速度につながったうえ、踏切での合理的な上体の動作に結び付いたものと推測できる。

一方、男子短助走跳躍について見てみると、全助走跳躍とよく似た傾向を示していることが明らかである。短助走跳躍でもExcellent群が、Poor群よりも有意に高い助走速度で踏切に移行し、高い踏切初速度、高い跳躍角度で飛び出し、優れた跳躍距離を示している。

次に、女子について見てみると、全助走跳躍では脚伸展パワーの強い順に跳躍距離は大きかったが、その差は有意ではなかった。また、踏切初速度、跳躍角度などの分析項目にも有意な差を示すものがなく、小学5年生女子の場合、脚伸展パワーの水準によって大きな影響は受けていないと考えられる。14—17才の女子では、跳躍距離は助走速度よりも技術に強く影響され、しかも助走速度と脚筋力とは有意な関係が認められなかったという報告<sup>6)</sup>がある。この報告と本研究の結果から、小学・中学・高校の授業で行われる女子の走幅跳びのレベルでは、脚の筋力発揮には大きな影響を受けないものと言える。一方、短助走跳躍でも全助走跳躍と同様に群間で有意な差が認められた項目はなかった。

## 2. 全助走跳躍と短助走跳躍との比較

全助走跳躍と短助走跳躍を比べてみると、男子全体では短助走跳躍の方が0.114m跳躍距離が小さく、1%水準で有意であった。これは、短助



走跳躍の踏切初速度が有意に低かったことに原因があると考えられる。ところが、跳躍角度に関しては走幅跳びの競技者を対象とした報告<sup>5,25)</sup>で明らかにされているような、助走を短くすれば助走速度が低下して跳躍角度が大きくなるという傾向は本研究では認められなかった。また、短助走跳躍における踏込時の上体角度が有意に小さいことから、深い上体の前傾のまま踏切に移行したものと考えられる。また、短助走跳躍の接地時間は有意に長くなっていた。村木ら<sup>17)</sup>は、加速疾走時では、全力疾走時に比べ、上体の前傾が深く、接地時間が長いと指摘しており、この指摘から判断しても短助走跳躍では加速疾走段階で踏切に移行したものと考えられる。

短助走跳躍の役割は、低い助走速度で大きな跳躍角度の跳躍を習得し、そして大きな助走速度になっても至適跳躍角度で踏み切れるようにすることである<sup>5)</sup>。本研究では短助走跳躍の場合、踏切初速度が低下したが、跳躍角度はほとんど変化なく、跳躍距離は小さいものであった。これらの結果から5年生の男子においては、短助走跳躍は、先述の役割を果たすことができないと考えることができる。しかし、短助走跳躍では踏込速度が低いため踏切における動作の制御は容易であり<sup>5)</sup>、また踏込時の脚角度が小さく踏込時の脚角度が大きくなるという動作の変化が認められていることから、踏切動作習得の練習手段としての有効性の有無を、さらに検討する必要がある。

一方、女子全体としては男子のように両跳躍間の跳躍距離には有意な差は認められなかったが、それは踏切初速度に差がなかったためだと考えられる。しかし、群別に見ると Excellent 群では短助走跳躍の方が跳躍距離が小さい傾向にあるにもかかわらず、Poor 群では有意に大きいという興味深い結果も得られている。Poor 群では踏切初速度がほぼ同じ、跳躍角度、重心高が小さな値を示しており、踏切における距離獲得条件には短助走跳躍の跳躍距離向上の原因を見つけることはできない。そこで、跳躍距離が伸びた原因として考えられることは、短助走跳躍の方が推定距離から実測距離を減じた数値が小さいこと、言い換え

ると着地でのロスが小さいことがあげられる。Poor 群は、短助走跳躍では全助走跳躍に比べ、着地ロスが 0.128 m 小さくなっており、この差は有意水準には達していないが、Excellent 群 0.037 m、Medium 群の 0.087 m に比べて大きいものであった。着地の巧拙を知る基準となる、この数値に関して走幅跳びの競技者で 0.05 m<sup>15)</sup>、三段跳びのジャンプでは、0.26—0.65 m<sup>7)</sup>という報告があり、数値にかなりの幅が認められることから、着地技術は跳躍距離に大きな差を生み出す要因であることがわかる。これらのことから Poor 群は、全助走跳躍では着地での距離のロスが大きかったのが、短助走跳躍では着地技術が巧みなため、ロスを小さく抑えることができ、その結果、跳躍距離は伸びたものと推測できる。

本研究の結果から Poor 群の短助走跳躍での着地のロスが小さかった原因について明確にはできないが、その原因を知る一つの手掛かりを、次のように推測することができる。

Poor 群は、短助走跳躍の方が踏切での上体角度が 1.9 deg. 大きくなっており、これが空中での前方への回転を小さくし、着地での脚の前方の振り出しに結びついたものと考えられる。この一連の動作ができれば、0.2—0.3 m は確実に跳躍距離のロスは防げると言われている<sup>8)</sup>ことから、短助走跳躍での着地ロスを小さくした要因の一つとして、踏切で上体が起きたことがあげられる。しかし、脚伸展パワー水準の低い Poor 群が、短助走跳躍の踏切で大きな上体角度を示した原因については明らかではなく、今後検討する必要がある。

これらのことから脚伸展パワー水準の低い女子に短い助走(約 15 m)から跳ばせることは、跳躍距離獲得の第 1 条件である踏切初速度を低下させることもなく、有利な着地を行うことができるため有効であると言える。

## 要 約

小学5年生の男子34名、女子32名を対象とし、走幅跳びの踏切局面の動作分析と脚伸展パワーの測定を行い、脚伸展パワーを体重で除した相対的

脚伸展パワー値により被検者を Excellent 群, Medium 群, Poor 群に分け, 動作分析により得られた変数を群間で比較することにより, 脚伸展パワーが走幅跳びに及ぼす影響を検討した. 同時に短い助走からの跳躍(助走距離 15 m 以内: 短助走跳躍と定義)が小学生にとって, どのような意味を持つかについて全助走跳躍(20 m 以上)と比較することにより検討した.

- 1) 男子の全助走跳躍では, Excellent 群は, Medium・Poor 群に比べ, 大きな跳躍距離を示したが, これは助走速度が高かったためだと考えられる. また, 跳躍距離と負の相関関係が認められた接地時間は, Excellent 群が Poor 群よりも短いことから, 脚伸展パワーの強いことが短い接地時間を可能にしたと考えられる.
- 2) 男子の短助走跳躍でも Excellent 群は, Poor 群よりも高い助走速度で踏切に移行し, 高い踏切初速度で跳び出し, 優れた跳躍距離を示した.
- 3) 女子では全・短助走跳躍ともに群間で有意な差の認められた項目はないことから, 小学5年生女子の走幅跳びでは脚伸展パワーによって大きな影響は受けていないものと考えられる.
- 4) 男子の短助走跳躍では踏切初速度が低く, 跳躍角度にもほとんど差がなかったため跳躍距離は低下した.
- 5) 脚伸展パワー水準の低い女子(Poor 群)に短助走から跳ばせることは, 跳躍距離獲得の第1条件である踏切初速度を低下させることもなく, 有利な着地を行うことができるため有効であると言える.

#### 文献 (References)

- 1) 油野利博・西尾幹雄 (1980) 小学生における走り幅跳びの発達. 鳥取大学教育学部教育科学 20-2 : 171-185.
- 2) 浅川正一・武政喜代次・古藤高良・小佐文雄・関岡康雄・山西哲郎・田村征男 (1969) 跳躍力の分析的研究—垂直跳, 立巾跳, 走幅跳, 三段跳に関して—, 東京教育大学紀要 8 : 61-70.
- 3) Bosco, C., Luhtanen, P., and Komi P. V. (1976) Kinetics and kinematics of the take-off in the long jump. In: Komi, P.V. (Ed.), Biomechanics V-B, University Park Press; Baltimore, 1976. pp. 174-180.
- 4) Chandler, R. F., Clauser, C. E., McConville, J. T., Reynolds, H. M., and Young, J. W. (1975) Investigation of inertial properties of the human body. Aerospace Medical Research Laboratory Technical Report : 74-137.
- 5) 深代千之 (1983) 走幅跳と三段跳の Biomechanics. J. J. Sports Sci. 2 : 600-613.
- 6) 深代千之・宮下充正 (1984) 走幅跳における効果的動作の評価法. 星川 保・豊島進太郎 (編) 第7回日本バイオメカニクス学会大会論文集. pp. 66-69.
- 7) Fukashiro, S. and Miyashita M., (1985) A biomechanical study of the landing in the triple jump. In: Winter, D. A. (Ed.), Biomechanics IX. Human Kinetics Publishers : Champaign, pp. 454-457.
- 8) 深代千之・山際哲也 (1970) 跳ぶ科学. 大修館書店; 東京 p. 58.
- 9) Fukashiro, S. (1986) A kinematical study on the effective landing motion for distance in the long jump and triple jump. Annals Fitness Sports Sci. 1 : 53-59.
- 10) 平田敏彦・福永哲夫・藤松 博・朝比奈一男・浅川正一 (1976) 走幅跳のキネシオロジー的研究. 中京体育学研究 17-3 : 75-78.
- 11) 岩原信九郎 (1965) 教育と心理のための推計学. 日本文化科学社; 東京. pp. 240-243.
- 12) Klissouras, K. and Karpovich, P. V. (1967) Electromyographic study of jumping events. Res. Quart., 38 : 41-48.
- 13) Kunz, H. (1976) A practical application of film analysis in a long term decathlon project. In: Asmussen, E. and Jorgensen, K. (Eds.) Biomechanics VI-B, University Park Press : Baltimore, pp. 71-76.
- 14) Luhtanen, P. and Komi, P. V. (1976) Mechanical power and segmental contribution to force impulses in long jump take-off. Eur. J. Appl. Physiol. 4 : 267-274.
- 15) Macintosh, P. C. and Hayley, H. W. B. (1952) An investigation into the running long jump. J. Phys. Educ. 44 : 105-108.
- 16) 松井秀治・三浦望慶・袖山紘一・小栗達也 (1973) 走り幅とびの踏み切りにおける速度変化. 昭和48年度日本体育協会スポーツ科学研究報告. pp. 7-11.
- 17) 村木征人・宮川千秋 (1971) 短距離疾走の加速過程における運動の変化. 東海大学体育学紀要 3 : 55-72.
- 18) 長沢光雄 (1981) 走幅跳びのはさみ跳びに関するバ

- イオメカニクス的一考察. 秋田大学教育学部紀要 31:152-160.
- 19) 中川 宏・青谷 清 (1991) 走り幅跳びの学習指導に関する基礎的研究—小学校児童の跳躍距離にかかわる要因の分析—. スポーツ教育学研究 10:99-112.
- 20) 金久博昭・根本 勇・宮下充正 (1984) 年齢および性との関連でみたアイソキネティック・ピーク・トルクとその持久力. J. J. Sports Sci. 3:91-98.
- 21) 押切由夫 (1977) 小・中学生の走幅跳に関する研究 (5). 東京学芸大学紀要 第5部門 29:208-216.
- 22) Ramey, M. R. (1974) The use of angular momentum in the study of long-jump take-offs, In: Nelson, R. C. and Morehouse, C. A. (Eds.) Biomechanics IV. University Park Press; Boltimore, pp. 145-148.
- 23) 斎藤慎一・横井孝志 (1983) スプラインとデジタルフィルターによるデータスムージングのための Basic プログラム. 筑波大学体育科学系紀要 5:201-205.
- 24) 関岡康雄・栗原崇志 (1980) 児童生徒を対象とした走幅跳指導のための基礎的研究. 筑波大学体育科学系紀要 3:43-50.
- 25) 渋谷貞夫 (1987) 多分力フォース・プレートによる走幅跳(女子)の踏切り動作に関する実験的研究—鍛練度合の違いによる踏切り技術の巧拙と力曲線から見た踏切り力との関係についての一考察—. 日本女子体育大学紀要 17:15-24.
- 26) 品田龍吉・岡野 進 (1980) 教科体育における走幅跳の指導に関する研究. 日本体育学会第31回大会号 p. 803.
- 27) 品田龍吉・岡野 進 (1982) 走幅跳の授業改善のための基礎的研究(3). 宮崎大学教育学部紀要 51:33-58.
- 28) 植屋清見・中村和彦 (1984) 走幅跳の距離獲得条件—その定性的モデルと小学校における Limiting Factors—. 星川 保・豊島進太郎 (編) 第7回日本バイオメカニクス学会大会論文集 pp. 71-79.
- 29) 植屋清見・柳沢和彦 (1985) 走幅跳びにおける距離獲得条件—中学生(12—14才)における—. 山梨大学教育学部研究報告 36:137-144.
- 30) 渡辺庸久 (1980) 走幅跳の助走スピードと跳躍距離との関係. 日本体育学会第31回大会号 p. 806.

(平成4年4月15日受付)