

重量負荷疾走時のスピード，ピッチ， ストライドの変化

阿 部 征 次

緒 言

陸上競技走種目のトレーニングでは距離が短いほど，スピード能力の向上に重点が置かれる。スピードを高めることを狙いとするトレーニングの一つとして，疾走時に負荷を軽減するものと，負荷を増して走る方法が行われている。ディンティマンは負荷を軽減する方法を Sprint-Assisted Training と名付け，Downhill running, Towing, Treadmill running をあげている。負荷を増す方法は，Sprint-Resisted Training と呼び，Incline running と Weighted clothing をあげている²⁾。

Weighted clothing の一つにウェイトジャケットを着用して走る方法がある。従来のウェイトジャケットは重量として，鉛の棒，砂，鉄粉などを用いているため身体に密着せず，重量負荷に加え着用して走る際に，動きを妨げることが疾走への影響として大きく，あまり用いられなかった。近年鉛繊維が開発され，それを利用したウェイトジャケットが作製され，身体へのフィット性が格段に向上した。

そこで鉛繊維のウェイトジャケットを使用し，短距離の全力疾走を行った場合のスピード，ストライド，ピッチの変化と，それらと脚筋パワー，筋力の関係を調べ，ウェイトジャケットを短距離走のトレーニングに用いる場合の，位置づけと留意点を明らかにすることを目的として本研究を行った。

研 究 方 法

ウェイトジャケットを着用した疾走の被検者として，東京女子体育大学3年の陸上競技部員

Tabl. 1 Characteristics of subjects

Subj.	Age (yrs.)	Height (cm)	Weight (kg)	Best records in 1986		
				100 m (sec)	200 m (sec)	400 m (sec)
F・O	21	156	48	12.1	24.6	55.64
A・S	21	159	52	12.3	25.6	60.4
S・T	21	164	56	12.6	26.3	60.4
M・C	21	156	45	12.4	26.4	61.9
M・Y	21	162	59	12.5	26.5	61.9
S・M	21	166	57	12.8	26.7	62.7
N・I	21	158	53	13.3	26.9	60.7
E・F	21	164	54	13.7	27.6	61.4
C・T	21	167	57	13.2	27.6	62.3
M	21.0	161.3	53.4	12.7	26.4	60.7
S・D	0	4.21	4.55	0.52	0.94	2.03

9名を対象とした。その身体的特性と1986年の100m, 200m, 400mの最高記録を表1に示した。これらの被検者はいずれもウェイトジャケットを着用しての疾走を実施した経験はない。

走実験及び脚筋パワーの測定, 筋力測定とも昭和62年3月に行った。走実験は全天候型舗装の本学陸上競技場で行った。距離は60mとし, 負荷なし(0kg), 2kg, 4kgのウェイトジャケットを着用し全力疾走を各1回実施した。10m間隔に立てた支柱の間を走り抜けるのを, ナックハイスピードビデオで収録し, 1/100秒単位で分析した。走り出しはスタンディングスタートとし, 後ろ足の離地する瞬間をスタート時とし, 10m毎の通過時間と歩数から, スピード, ピッチ, ストライドを算出した。

筋力の測定はエリエールCESを用いて, 等速性筋力を測定した。低速の筋力として60°/sec, 中速の筋力として120°/sec, 高速の筋力として240°/sec, で各8回の脚の伸展と屈曲を行い, 最大値と平均値を求めた。脚筋パワーの測定はコンビパワーマックスVを用いて, 自転車エルゴメーターによって行った。

結 果

ウェイトジャケットを着用して60m走を行い, 各重量負荷ごとに算出した60mのタイム及び平均スピード, 平均ストライド, 平均ピッチを示すのが表2である。60mのタイムは重量が増すごとに低下している。平均スピードはその低下率を()内に示してあるが, 2kg時に97.8%, 4kg時には95.7%と低下している。平均ピッチも平均スピードと似た傾向で低下してい

Tabl. 2 Mean speed, stride length and stride frequency with weight jackets.

Subj.	60m record (sec)			mean speed (m/sec)			stride length (m/stride)			stride frequency (strides/sec)		
	0kg	2kg	4kg	0kg	2kg	4kg	0kg	2kg	4kg	0kg	2kg	4kg
F・O	7.87	8.05	8.65	7.61 (100.0)	7.45 (97.8)	6.93 (91.0)	1.75 (100.0)	1.71 (97.7)	1.71 (97.7)	4.35 (100.0)	4.34 (99.7)	4.05 (93.1)
A・S	8.03	8.37	8.32	7.47 (100.0)	7.16 (95.8)	7.20 (96.3)	1.68 (100.0)	1.65 (98.2)	1.65 (98.2)	4.42 (100.0)	4.33 (97.9)	4.36 (98.6)
S・T	8.14	8.24	8.39	7.49 (100.0)	7.27 (97.0)	7.15 (95.4)	1.78 (100.0)	1.79 (100.5)	1.75 (98.3)	4.13 (100.0)	4.04 (97.8)	4.07 (98.5)
M・C	8.11	8.15	8.41	7.39 (100.0)	7.36 (99.5)	7.13 (96.4)	1.71 (100.0)	1.73 (101.1)	1.70 (99.4)	4.30 (100.0)	4.32 (100.4)	4.19 (97.4)
M・Y	8.06	8.19	8.26	7.44 (100.0)	7.32 (98.3)	7.26 (97.5)	1.65 (100.0)	1.65 (100.0)	1.66 (100.6)	4.50 (100.0)	4.42 (98.2)	4.35 (96.6)
S・M	8.20	8.44	8.53	7.31 (100.0)	7.10 (97.1)	7.03 (96.1)	1.72 (100.0)	1.72 (100.0)	1.71 (99.4)	4.24 (100.0)	4.12 (97.1)	4.10 (96.6)
N・I	8.25	8.52	8.65	7.26 (100.0)	7.04 (96.9)	6.93 (95.4)	1.70 (100.0)	1.65 (97.0)	1.68 (98.8)	4.26 (100.0)	4.25 (99.7)	4.11 (96.4)
E・F	8.93	9.01	9.05	6.71 (100.0)	6.65 (99.1)	6.62 (98.6)	1.79 (100.0)	1.78 (99.4)	1.76 (98.3)	3.74 (100.0)	3.74 (100.0)	3.76 (100.5)
C・T	8.63	8.75	9.05	6.94 (100.0)	6.85 (98.7)	6.63 (95.5)	1.71 (100.0)	1.70 (99.4)	1.70 (99.4)	4.06 (100.0)	4.01 (98.7)	3.89 (95.8)
M (%)	8.24	8.41	8.59	7.29 (100.0)	7.13 (97.8)	6.98 (95.7)	1.72 (100.0)	1.70 (98.8)	1.70 (98.8)	4.22 (100.0)	4.17 (98.8)	4.09 (96.9)
S・D	0.310	0.291	0.276	0.272	0.242	0.220	0.042	0.050	0.034	0.212	0.204	0.182

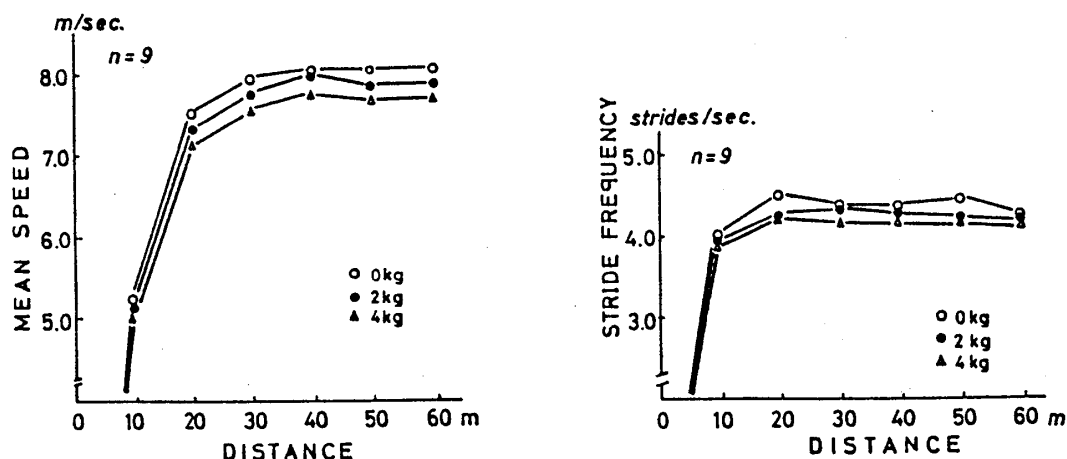


Fig. 1 Changes of mean speed and stride frequency per 10m.

る。これに対し平均ストライドは、2 kg 時に98.8%と低下するが4 kg 時にも98.8%と2 kg 時と同じストライドとなっている。また平均スピードは全員が低下し、平均ピッチも2 kg 時で2名、4 kg 時には2 kg 時に比べ3名が同じまたは増加しているのに対し、平均ストライドでは2 kg 時で4名が同じまたは増加し、4 kg 時には2 kg 時に比べ同じまたは増加している者が5名であった。

図1は平均スピードと平均ピッチの10mごとの変化を示すものである。負荷重量が増すに従って低下するが、同じ傾向で変化している。これに対し平均ストライドの変化は、負荷重量にかかわらず同じ曲線を描いている。

表3はパワーマックスVで測定した筋力パワー値と等速性筋力の8回中の最大値と平均値を示すものである。パワーは体重との関りが深いので、体重当たりのパワー値も示してある。エルゴメーターで測定したパワー値と100 mの間に相関は認められず、体重当たりパワー値とは

Tabl. 3 Power and isokinetic strength

Subj.	Max. Power (W)	Power/weight (W/kg)	60°/sec (kgm/sec)		120°/sec (kgm/sec)		240°/sec (kgm/sec)							
			extension Max	flection Mean	extension Max	flection Mean	extension Max	flection Mean						
F•O	844	17.58	100	62	51	43	79	52	48	41	52	39	33	31
A•S	700	13.46	87	59	49	44	66	50	48	46	46	39	40	38
S•T	792	14.14	105	58	53	36	84	58	42	34	57	44	31	26
M•C	640	14.22	91	62	41	36	69	56	38	35	46	40	33	31
M•Y	810	13.72	98	53	51	45	78	50	50	45	58	44	41	37
S•M	630	11.05	99	66	45	42	69	54	41	37	51	44	33	27
N•I	704	13.28	82	57	43	42	54	44	37	32	43	37	32	28
E•F	630	11.67	87	56	36	31	67	47	38	33	49	31	30	28
C•T	715	12.54	90	62	41	37	69	52	34	31	49	39	26	24
M	718.3	13.51	93.2	59.4	45.5	39.5	70.5	51.4	41.7	37.1	50.1	39.6	33.2	30.0
S•D	75.95	1.762	7.57	3.94	5.76	4.71	8.81	4.33	5.67	5.60	5.01	4.18	4.68	4.79

相関が認められるとの報告があるが³⁾, 本研究でも, 最大パワー値と表1の100m, 200m, 400mとの相関は認められず, 体重当たりパワー値とは100m $r = -0.689$ ($P < 0.05$), 200m $r = -0.821$ ($P < 0.01$), 400m $r = -0.869$ ($P < 0.01$) の相関が認められた。等速性筋力では100m, 200mと60°/secの屈曲の平均筋力, 120°/secの屈曲の最大と平均筋力の間5%水準で有意な相関が認められた。

表4は重量負荷別平均スピード, 平均ストライド, 平均ピッチと, パワー値及び筋力との関係係数を示すものである。平均スピードは体重当たりの脚筋パワーと0kg, 2kgで相関が認められ, 低速, 中速の等速性筋力の屈曲と, 高速では4kg時に伸展, 屈曲の双方に相関が認められる。平均ピッチは等速性筋力の屈曲で, 低・中・高速のいずれとも相関が認められる。全体として負荷重量との関係は認められない。

Tabl. 4 Relationship between mean speed and power and strength

Jacket Weight	Power	Power/w	60°/sec				120°/sec				240°/sec			
			extension Max	extension Mean	flection Max	flection Mean	extension Max	extension Mean	flection Max	flection Mean	extension Max	extension Mean	flection Max	flection Mean
Mean speed														
0 kg	.583	.668*	.518	.114	.856**	.686*	.422	.411	.690*	.608	.283	.687*	.579	.484
2 kg	.582	.738*	.561	.114	.756*	.564	.505	.492	.629	.541	.335	.665	.511	.452
4 kg	.301	.271	.389	-.148	.716*	.585	.320	.364	.670*	.667*	.315	.714*	.799*	.658
Stride length														
0 kg	-.087	.037	.242	.150	-.207	-.732*	.260	.225	-.328	-.531	.109	-.386	-.636	-.614
2 kg	-.182	-.093	.406	.175	-.205	-.817**	.429	.511	-.344	-.510	.286	.147	-.570	-.582
4 kg	-.156	-.117	.308	.122	-.290	-.809**	.304	.291	-.423	-.622	.229	.287	-.680*	-.696*
Stride frequency														
0 kg	.453	.461	.212	.001	.680*	.886**	.138	.121	.671*	.726*	.124	.645	.748*	.682*
2 kg	.442	.559	.113	-.018	.584	.824**	.073	.057	.613	.668*	.019	.517	.702*	.683*
4 kg	.265	.244	.115	-.158	.617	.764*	.078	.114	.668	.761*	.099	.600	.875**	.793*

* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

考 察

戸莉はウェイトジャケットを用いたトレーニングを, 人体に直接, 負荷となる器具をつけ全力疾走をし, パワートレーニングするとともに, 負荷を取り除いたときの軽い感じをスムーズな疾走スピードに結びつけることを目的とした方法であるとしている¹⁾。ディンティマンは, 次の2点から評価されなくてはならないと述べている。

1. この抵抗負荷の増大直後に疾走スピードがいかにか影響されるか。
2. 筋力と疾走スピードに与える長期的な効果

直後の効果には負荷を身につけて15~30分間のトレーニングを行い, 負荷を取り除いて軽い足

の感じを得させるためのトレーニングを含んでいるとしている。ディンティマンは直後の効果とパワーの増大を目的とするものであり、スピード向上への効果は疑問視している²⁾。ウェイトジャケットを着用しての疾走では、スピードが低下するのは当然であり、Sprint assisted training のような直接的効果を期待すべきではないだろう。本研究でもスピードは重量が増すに従って低下することが認められ、0 kg と 4 kg の平均スピードの差は 5% 水準で有意である。本研究でスピードのみでなく、ストライドとピッチについても分析したのは、スピードの低下は当然予測されるが、スピードの低下の原因はピッチとスライド どちらが大きいのかを明らかにすることで、スプリントトレーニングとして行う際の留意点を導き出すことが可能であると思われるからである。重量負荷を与えた疾走ではピッチよりもストライドが低下するというのが、多くの短距離指導者の見解である。表 2 の平均スピード、平均ピッチ、平均ストライドの低下率から、スピードの低下はピッチの低下によることが知られる。

また、重量負荷によるスピード、ストライド、ピッチの低下とパワーや筋力の関係を明らかにすることはできなかったが、等速性筋力の屈曲と相関が認められ、とりわけピッチとの相関が多いことから、疾走スピードに大腿後面の筋群の関与が推測される。

トニーネットはウェイトジャケットの重量について、一般的な力のトレーニングの場合、体重の 9 ないし 10% を越えてはならないとし、短距離走を行う場合、正常な状態での技術が変形しないように、重量負荷は体重の 3% から 5% を選ぶべきだ⁴⁾ としている。本研究では被検者の体重の 3% から 9% の重量負荷を用いたことになるが、体重当たりの負荷と 2 kg 時のピッチの間に相関が認められ ($P < 0.05$)、4 kg 時には認められなかった。被検者の平均体重に対し 2 kg は 3.7% であり、4 kg は 7.5% に相当することから、トニーネットの指摘するように今回の被検者には 4 kg の負荷重量は、全力疾走するには大きすぎたと言えよう。

摘 要

身体へのフィット性の高いウェイトジャケットを用いて、全力疾走を行い、その時のスピード、ストライド、ピッチの変化を知り、それらとパワー、筋力の関係から、スプリントトレーニングにウェイトジャケットを用いる際の留意点を明らかにすることを目的に本研究を行い、次のような結果を得た。

- 1) スピードは負荷重量を増すに従い低下するが、ストライドよりもピッチの低下が大きい。
- 2) パワーは体重当たりパワーとスピードの相関が認められる。
- 3) 等速性筋力は脚の屈曲の筋力とスピードの相関が認められ、とりわけピッチとの相関が高い。
- 4) 全力疾走のためのウェイトジャケットの重量は、体重の 3% から 5% が適当とされているが、本研究では 4 kg よりも 2 kg の方が適していると思われる。
- 5) ウェイトジャケットをスプリントトレーニングに用いるには、ピッチを低下させないように努力することにより、パワー向上のみではない効果が期待できるものと思われる。

本研究の要旨は日本体育学会第 38 回大会において発表した。

引 用 文 献

- 1) 浅見俊雄他 スポーツとパワー 大修館書店 241-246 1977
- 2) Dintiman G. B. Sprinting Speed. Charles C. Thomas Publisher 148-153 1971
- 3) 石井喜八他 100 m 疾走記録と機械出力パワー 日本体育大学紀要17巻1号 17-22
1987
- 4) トニーネット 藤田紀盛他訳 陸上競技者の筋力トレーニング ベースボールマガジン社 121-123 1977