

# 発育発達期における最大無酸素的パワーの研究

## (第3報)

### —— ウィンゲートテストと体構成との関連 ——

筑波大学附属駒場中・高等学校

深野 明・小沢 治夫・入江 友生

岡崎 勝博・合田 浩二

日本大学医学部

富原 正二

東京大学教養学部

福永 哲夫・船渡 和男・安部 孝

# 発育発達期における最大無酸素的パワーの研究

## (第3報)

— ウィンゲートテストと体構成との関連 —

筑波大学附属駒場中・高等学校

深野 明・小沢 治夫・入江 友生  
岡崎 勝博・合田 浩二

日本大学医学部

富原 正二

東京大学教養学部

福永 哲夫・船渡 和男・安部 孝

### I. 緒言

近年、コンピューターライズされた自転車エルゴメーターが、研究レベルにとどまらず官民のフィットネスクラブ、スポーツセンター、そしてまた学校にも多く設置されてきており、無酸素的パワーに関する研究も、装置の開発とともに盛んになり、種々明らかにされてきている。しかしながら、発育発達期における青少年の無酸素的パワーに関する基礎的研究は必ずしも多くない。そのため、中等教育における自転車を用いたパワートレーニングなども十分に実施されているとは言えない。

一方、近年、世界的大会における日本の競技成績の低さの理由のひとつは、ウェイト・トレーニングの遅れによるという指摘もあり、また発育発達期におけるトレーニングのあり方も明確でなく、この点に関する研究も課題となっている。

我々は、これまでに自転車を用いた無酸素的パワーの研究から、発育発達期のパワーの様相について若干の知見を得てきた。その結果、パワー発揮に関して体構成との関連が重要と考え、今回ウィンゲート・アネロビッック・テスト及び脚伸展パワーテストから得られた無酸素的パワーと体構成、特に筋量との関係について検討を行った。

### II. 方法

測定の前にはまず心拍数が約130拍/分になるように、50ワットの負荷で3分間自転車をこがせ

てウォーム・アップさせた後3分間休ませ、続いて被験者の体重に0.0872の係数を掛けた値の負荷で、30秒間の全力ペダリングを行わせた。用いた測定装置は竹井器械社製のハイパワーエルゴメーターで、信号はNEC-PC 9800 vm 21に取り込み処理した。(図1)



図1 ハイパワーエルゴメーターとウィングゲートテストの測定風景

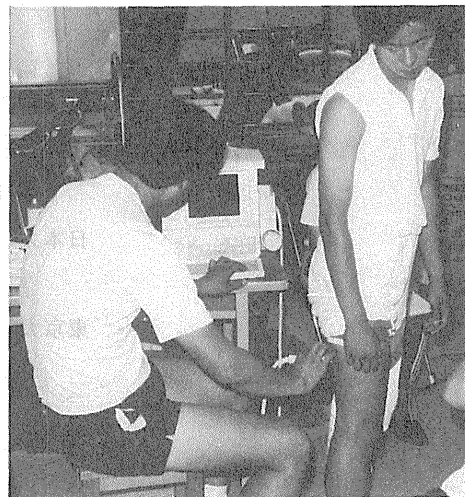


図3 超音波測定装置と筋厚の測定風景



図2 脚伸展パワー測定装置・レッグ・パワー

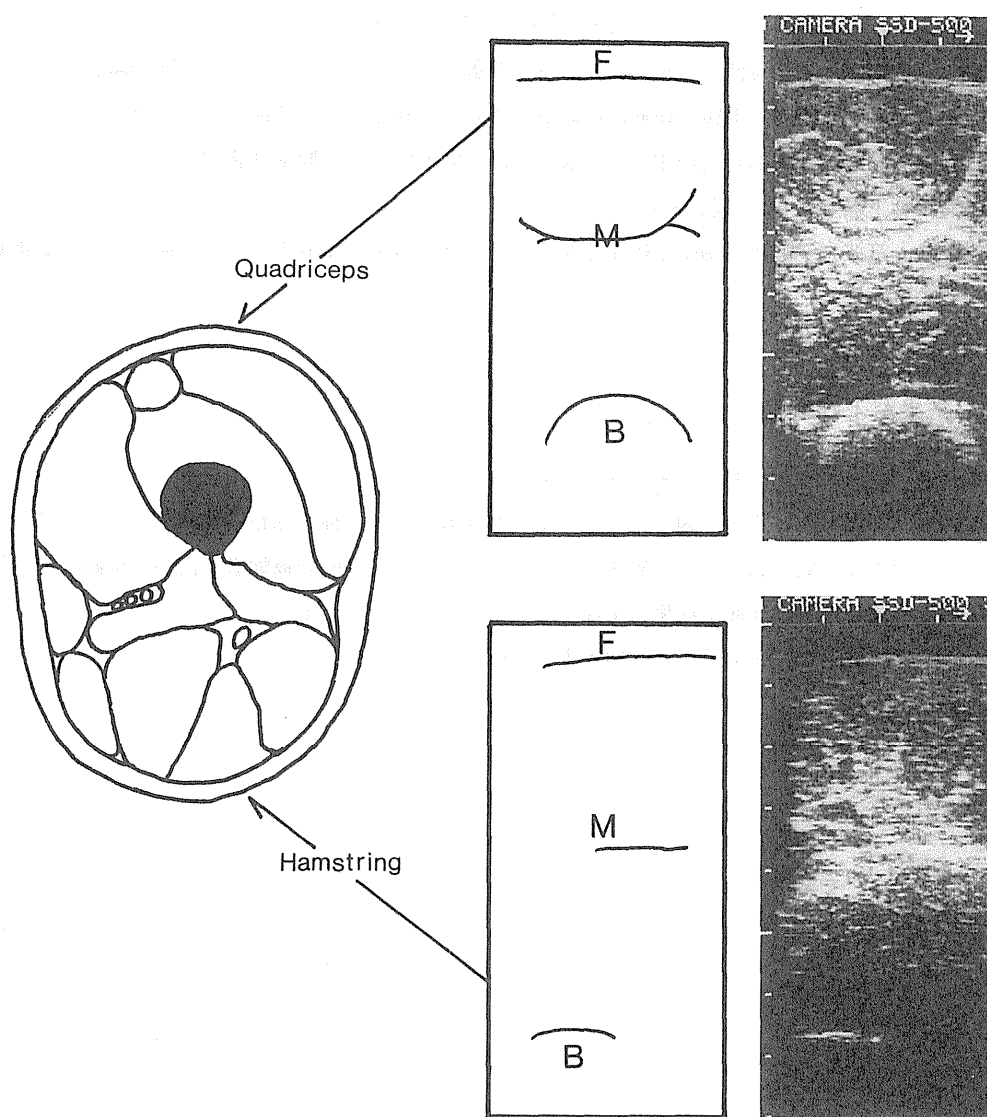


図4 超音波Bモードによる大腿部断面図

なお、測定に際して、被験者の体格に合わせてサドルとペダルおよびハンドルの距離と位置を設定し、また被験者の足はトゥ・クリップで固定して座らせ、ペダリング運動では、サドルから腰を浮かせないよう（立ちこぎしないよう）にして、全力でできる限り速くこぐように予め指示した。また、被験者には「スタート」の合図とともに全力ペダリングを行わせたが、経過時間は教えず「止め」の合図があるまで験者の掛け声で頑張らせた。

脚伸展パワーは、被験者に膝を曲げた屈曲位から全力で一気に膝を伸展させて測定した。試行は4回とし、そのうち最大の値を最大脚伸展パワーとした。用いた装置は竹井機器社製レッグパ

ワーである。なお、伸展スピードは0.8m/秒であった。(図2)

また、体構成は、超音波エコー装置（アロカ社製）を用い、Bモードにて大腿四頭筋、ハムストリング、上腕三頭筋、上腕二頭筋、腹直筋、広背筋の筋厚について測定した。測定部位は、大腿は大転子と膝関節中部の間の中点、上腕は肩峰と肘頭の中点、腹部は臍側の腹直筋筋腹、広背筋は肩甲骨下縁である。(図3・4)

対象は、筑波大学附属駒場中学校1年生の男子生徒全員の120名であり、測定は平成2年6月中旬に行った。

### Ⅲ．結果および考察

ウインゲートテストにおいてエルゴメーターからコンピューターに入力されたパワーは、パワー曲線として出力されるが、図5は、各年令におけるパワー発揮の様相の代表的なものである。図6は、過去3年間にわたって収集されたデータの中での今回の被験者が占める位置である。被験者の身体特性および測定結果の主なものは表1のとおりである。

また各項目間の相関マトリクスは別表1～4のとおりである。

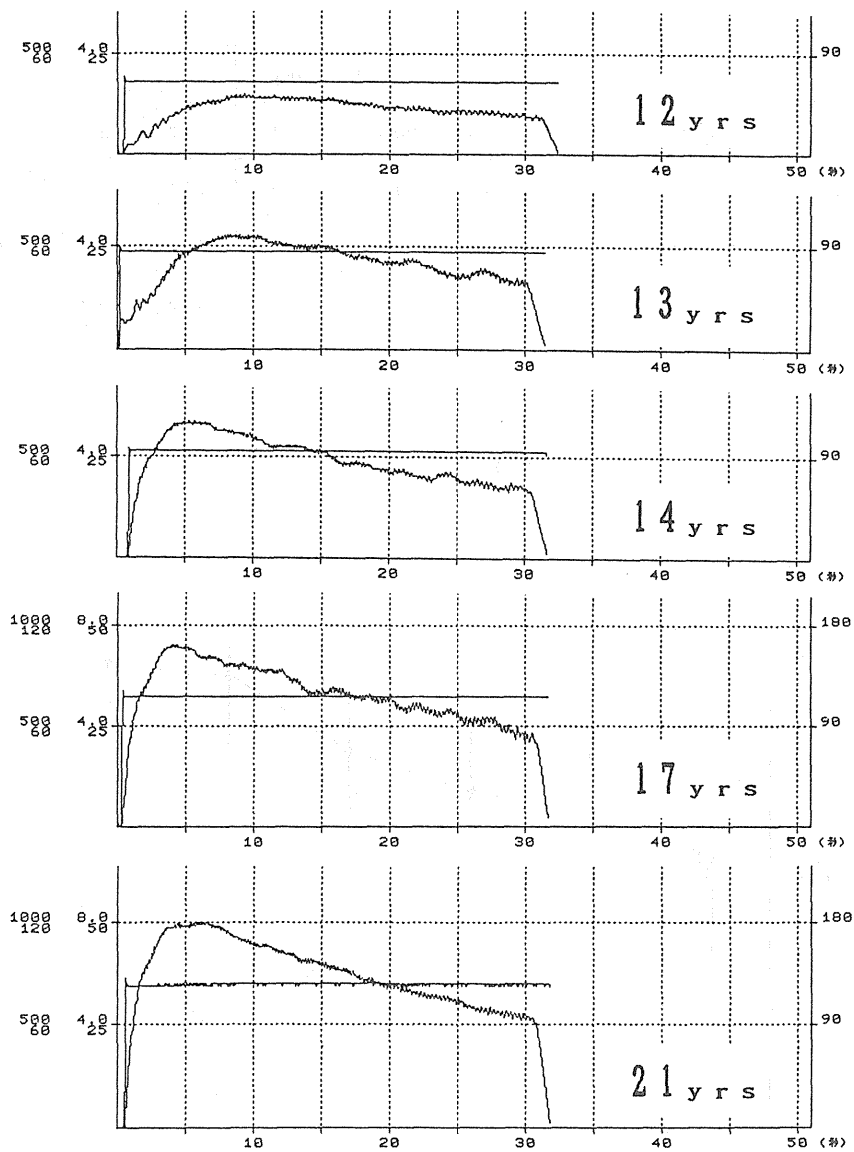


図5 ウィンゲートテストにおける年齢別定型的記録図

表1 被験者の身体特性とパワー及び筋厚

		身長	体重	LBM	%FAT	脚伸展パワー		ウィングートテスト			筋 厚	
						ハーク	ハーク/体重	最大ハーク	最大ハーク/体重	加速勾配	大腿四頭筋	ハムストリング
		cm	kg	kg	%	watt	watt/kg	watt	watt/kg	watt	mm	mm
中 1	$\bar{x}$	154.8	43.8	36.6	16.1	502.3	11.3	496.4	11.2	76.0	39.9	49.3
(n=120)	s.d.	7.8	7.9	6.1	5.4	114.2	1.3	111.6	1.7	28.1	5.3	6.0
高 3	$\bar{x}$	171.8	61.8	53.3	12.3	1011.1	16.4	849.7	14.0	154.4	51.9	60.8
(n=15)	s.d.	5.2	4.3	3.5	2.2	177.8	1.9	68.0	0.9	45.3	6.8	5.0

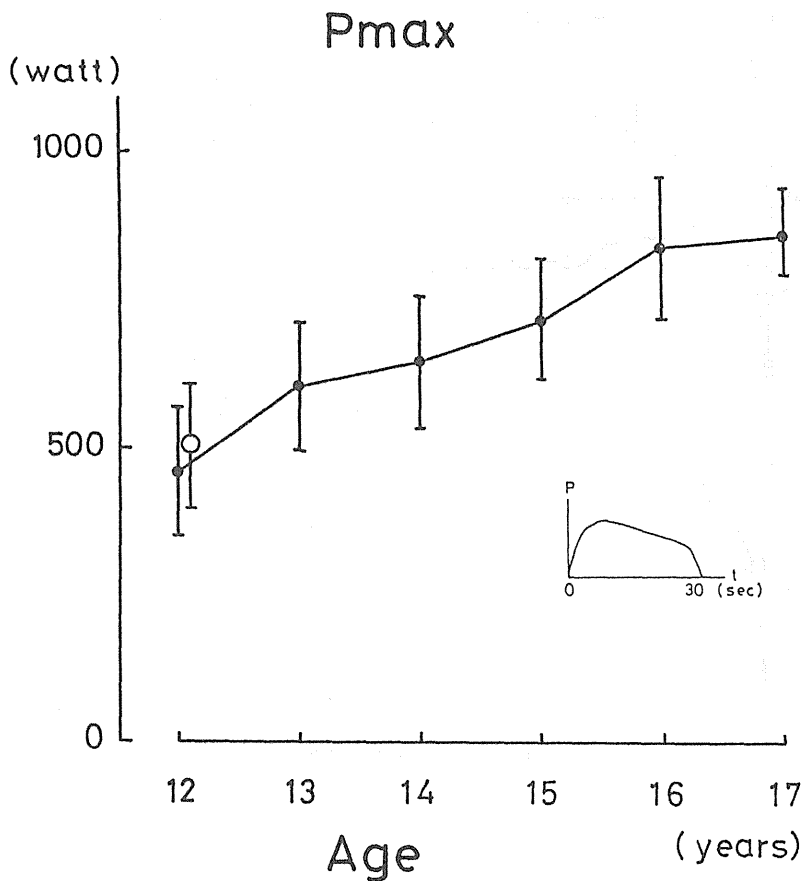


図6 ウィングートテストによる最大パワー (O印が今回の測定値)

### 1. 最大無酸素的パワー

脚伸展パワーの測定は1秒以内に終了する運動で、エネルギーの出力は、骨格筋内のATPの分解によるものである。これに対して、ウイングートテストは30秒間の全力ペダリングであるため、エネルギー出力はATP-CP系および解糖系によるものである。ところが、脚伸展パワーとウイングートテストにおける最大パワーは、高い相関関係にある ( $r=0.8$ ,  $p<0.001$ )。このように、1秒以内の最大パワー発揮の値と、最大パワー発揮まで7～8秒を要する運動形式による最大パワー発揮の値がほぼ同じであることは大変興味深い。

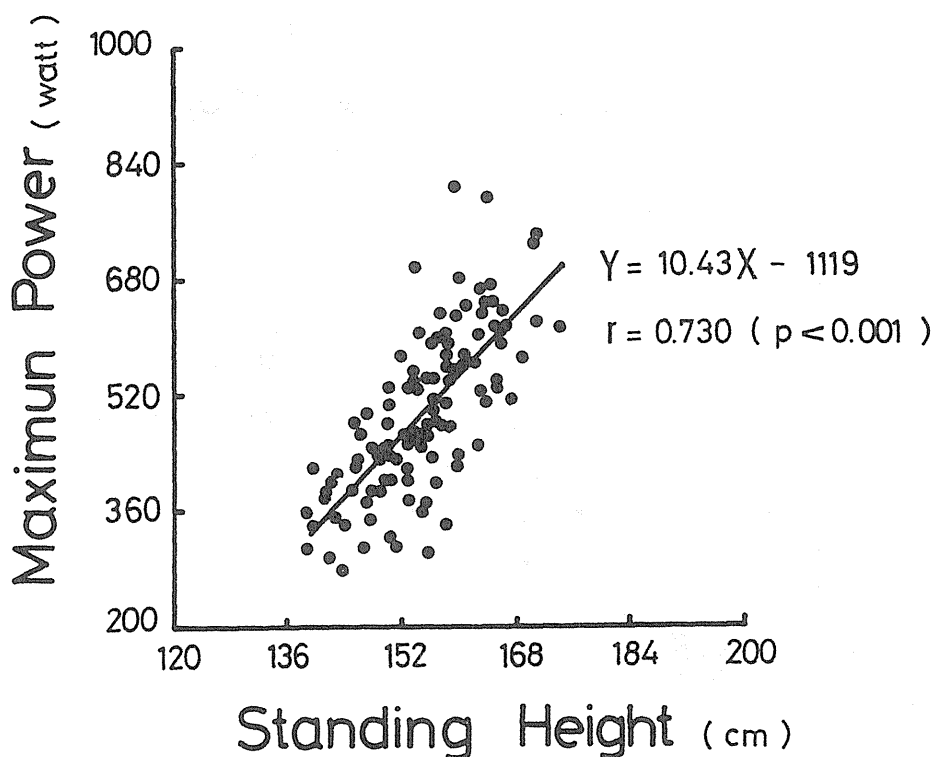


図7 ウィングートテストによる最大パワーと身長との相関



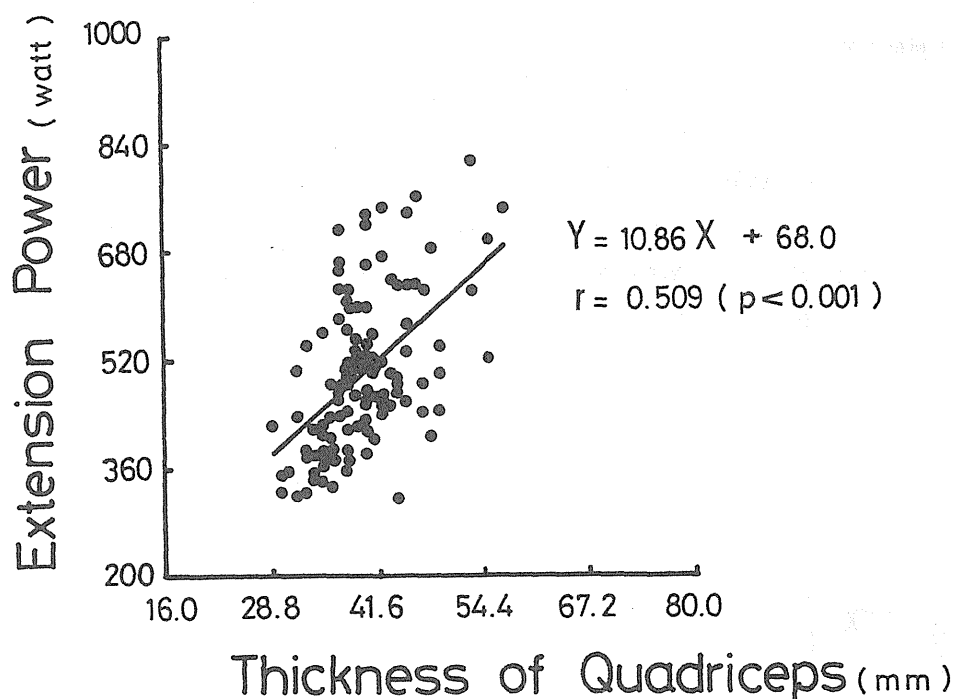


図8 レッグパワーによる脚伸展パワーと大腿皿頭筋の筋厚との相関

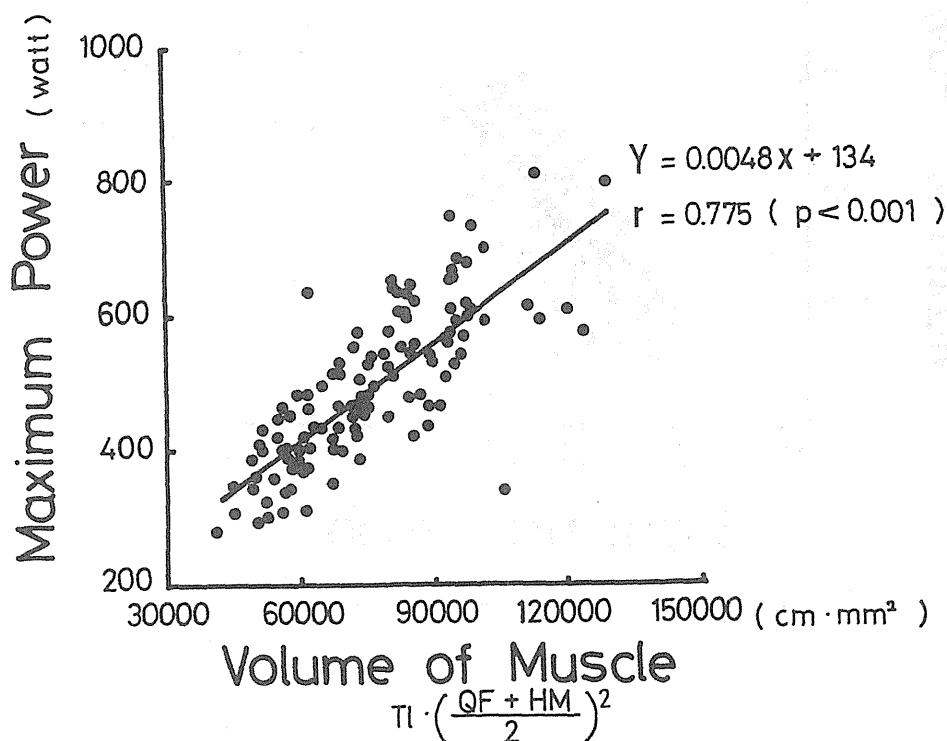


図9 ウィンゲートテストによる最大パワーと大腿の筋量との相関

## 2. 形態とパワー

身長と脚伸展パワー、ウイングートテストにおける最大パワーおよび体重あたりの最大パワーとの間には、高い相関がみられ（それぞれ  $r=0.681$ ,  $p<0.001$ ,  $r=0.730$ ,  $p<0.001$ ,  $r=0.282$ ,  $p<0.01$ ）、中学1年生においては身長が高いほどパワーも大きいといえることができる（図7）。

筋厚とパワーとの関係は、脚伸展パワーでは腹筋、上腕三頭筋、ハムストリング、大腿四頭筋の順に、ウイングートテストにおける最大パワーでは腹筋、大腿四頭筋、上腕三頭筋、ハムストリングの順に高い相関が認められた（図8および別表参照）。大腿四頭筋とハムストリングの筋厚をたした値、言換えれば大腿部の筋厚は、脚伸展パワー、ウイングートテストにおける最大パワーともに高い相関関係にあった（ $r=0.617$ ,  $p<0.001$ ,  $r=0.719$ ,  $p<0.001$ ）。大腿部の筋ボリュームは、大腿部の筋厚（ $QF+HM$ ）、大腿長（ $T1$ ）を測定し  $T1 \cdot \{(QF+HM)/2\}^2$  式による計算からおおよそ数値が得られるが、この数値と、脚伸展パワー、ウイングートテストにおける最大パワーの両者とは高い相関関係がみられた（ $r=0.659$ ,  $p<0.001$ ,  $r=0.775$ ,  $p<0.001$ , 図9）。この相関係数は筋厚との数値を上まわるものである。また、大腿部の筋ボリュームは、ペダリング開始30秒時点で発揮されたパワーとの相関も認められた（ $r=0.678$ ,  $p<0.001$ ）。これらのことから、より大きな筋ボリュームを有する者ほど、短距離的、中距離的なパワー発揮にすぐれている可能性が示唆される。

福永は、筋出力に関して、解剖学的断面積よりもむしろ筋のボリュームや、生理学的断面積との関係を見るべきであるという見解を示しているが、その点、今回の測定結果は興味深い。

## 3. 最大パワーとフィールドテスト

脚伸展パワー、ウイングートテストにおける最大パワー、さらに両者の体重あたりの数値と50M走の記録とは、0.1%水準で相関関係が認められる（別表参照）。ところが、実際にはパワーが大きくても走るのが遅い生徒がいる。このような生徒は、大抵不無器用でなめらかな動きに欠け、柔軟性に乏しく、いわゆる「動き作り」を指導することで速く走れるようになる。「パワー」とひとくちに言っても、ハイスピードのパワーとロースピードのパワーがあり、それぞれのスポーツ種目で要求されるものは異なる。今後は、最大パワーだけでなく、多段階でのスピードでのパワーの研究を進めることが、学校体育や、クラブ活動の指導だけでなく、生涯体育を考えるうえで必要であろう。

尚、本研究の一部は、昭和59年度文部省科学研究費補助金を受けた奨励研究B「最大無酸素パワー発揮の発育発達に伴う変化について」（課題番号599921010）、同じく昭和63年度「ウイングートテストによる中高生の無酸素パワーの基礎的研究」（課題番号63921015）によった。

	Ht	Wt	胸囲	座高	%FAT	LBM	LEG.P.	LEG.P/Wt	LEG.P/LBM	P.MAX	P.MAX/Wt	P.MAX/LBM
1 Ht	735	507	908	858	115	858	681	164	069	73	282	216
2 Wt	735	861	763	926	372	926	897	054	039	739	048	169
3 胸囲	861	741	556	741	474	741	585	084	072	641	024	229
4 座高	763	556	734	867	073	867	734	211	142	765	299	262
9 %FAT	372	474	073	007	007	007	008	417	019	011	445	003
10 LBM	926	741	867	007	007	007	763	117	044	813	238	193
11 LEG.P	697	585	734	763	008	763	654	654	67	8	448	457
13 LEG.P/Wt	054	084	211	117	417	117	654	876	876	317	584	429
14 LEG.P/LBM	069	072	142	044	019	044	67	876	304	483	403	483
15 P.MAX	73	739	765	813	011	813	8	317	304	719	675	719
17 P.MAX/Wt	282	048	299	238	445	238	448	584	403	675	867	867
18 P.MAX/LBM	216	024	262	193	003	193	457	429	483	719	867	867
19 Peak time	279	228	313	231	055	231	244	084	106	37	263	327
20 Acc. Rate	606	609	655	641	056	641	638	226	261	84	645	551
21 Acc. Rate (Wt)	396	332	445	358	126	358	46	331	294	669	67	687
22 Acc. Rate (Wt)	318	403	373	295	092	295	425	255	3	63	578	707
26 90%POWER維持	086	163	117	138	114	138	164	024	114	207	123	186
27 30秒時POWER	52	346	567	572	159	572	542	273	192	695	536	516
28 30%POWER/(P	307	386	295	351	179	351	695	087	172	424	22	307
29 減速勾配	603	603	61	7	107	7	695	224	267	83	496	573
35 反復横とび	115	158	049	006	355	006	092	288	145	155	418	271
36 垂直跳	603	245	581	54	331	54	59	441	299	642	588	458
37 背筋力	276	107	24	202	1	202	203	099	084	242	188	17
38 握力	658	583	676	683	101	683	612	239	184	623	308	261
39 立位体前屈	103	072	072	041	067	041	17	248	32	13	193	259
40 上体下らし	227	219	282	233	018	233	257	171	151	2	091	074
41 踵台昇降	006	081	123	018	175	018	07	001	068	01	07	016
42 50M走	418	123	45	477	477	471	561	587	359	541	637	506
43 走幅跳	176	07	188	161	463	161	327	479	304	246	429	247
44 ハンソド	454	32	436	466	249	466	467	322	201	535	458	389
45 懸垂	131	009	231	116	411	116	277	452	278	258	449	287
46 150M	227	101	216	155	233	155	277	464	181	271	548	307
47 M-Biceps	415	587	512	629	017	629	451	022	0	498	188	201
48 M-Triceps	357	653	464	637	137	637	586	17	22	565	192	229
49 M-Abdomen	618	623	681	138	138	637	603	116	163	656	214	294
50 M-Subscapula	337	399	431	473	056	473	44	138	157	443	192	209

別表 2

	Peak time	Acc. Rate	Acc. Rate (Wt)	Acc. Rate	90%POWER維持	30秒時 POWER	30S' POWER/(P	減速 勾配
1 Ht	.279	.606	.396	.318	-.086	.572	-.307	.603
2 Wt	.228	.604	.275	.299	-.163	.543	-.377	.675
3 胸囲	.338	.609	.332	.403	-.222	.438	-.386	.603
4 座高	.313	.655	.445	.373	-.117	.619	-.295	.61
9 %FAT	.055	.655	-.126	.092	-.114	-.134	-.179	.107
10 LBM	.231	.641	.358	.295	-.138	.65	-.351	.7
11 LEG. P	.244	.638	.46	.425	-.164	.588	-.371	.695
13 LEG. P/Wt	.084	.226	.331	.255	-.024	.239	-.087	.224
14 LEG. P/LBM	.106	.261	.294	.3	-.114	.174	-.172	.267
15 P-MAX	.37	.84	.669	.63	-.207	.776	-.424	.83
17 P-MAX/Wt	.263	.551	.67	.578	-.123	.551	-.22	.496
18 P-MAX/LBM	.327	.645	.687	.707	-.186	.563	-.307	.573
19 Peak time	.76	.909	-.833	-.848	.09	-.182	.254	-.22
20 Acc. Rate	.833	.909	.909	.908	-.212	.607	-.385	.637
21 Acc. Rate (Wt)	.848	.908	.941	.941	-.155	.476	-.293	.454
23 Acc. Rate (Wt)	.09	.212	-.155	-.157	-.157	.451	-.299	.43
26 90%POWER維持	.177	.55	.456	.417	.083	.092	.35	.339
27 30秒時 POWER	.254	.385	-.293	-.299	.35	.177	-.82	.196
28 30S' POWER/(P	.22	.637	.454	.43	-.339	.389	-.82	-.82
29 減速 勾配	.009	.096	.191	.102	-.024	.174	-.062	.117
35 反復横とび	.262	.543	.522	.394	-.104	.495	-.265	.522
36 垂直跳	.171	.269	.259	.228	-.138	.166	-.124	.196
37 背筋力	.265	.52	.364	.315	-.123	.464	-.231	.495
38 握力	.152	.173	.198	.222	-.065	.127	.006	.043
39 立位 体前屈	.129	.165	.12	.113	.008	.23	.01	.097
40 上体 そらし	.013	-.005	.013	-.045	-.009	-.03	-.007	-.012
41 脚台昇降	.116	-.383	-.41	-.39	-.072	.533	-.081	-.357
42 50M走	.096	.167	.264	.152	-.005	.228	-.006	.142
43 走幅跳	.261	.472	.434	.367	-.038	.463	-.186	.394
44 ハン下	.156	.257	.365	.262	.052	.281	.008	.134
45 懸垂	.164	.272	-.395	-.291	-.038	-.353	.03	-.089
46 150M	.387	.377	.212	.233	-.099	.49	.1	.355
47 M-Biceps	.191	.485	.295	.269	-.126	.485	-.248	.468
48 M-Triceps	.304	.573	.356	.379	-.142	.496	-.269	.553
49 M-Abdomen	.342	.342	.2	.193	-.119	.428	-.034	.309
50 M-Subscapula	.191	.523	.28	.323	-.134	.575	-.259	.53
51 M-Quadriceps	.106	.385	.225	.179	-.178	.5	-.228	.473
52 M-Hamstring	.168	.535	.293	.29	-.183	.641	-.292	.6
54 >M-QF + M-HM	.216	.511	.344	.284	-.096	.5	-.204	.487
55 T1	.176	.58	.318	.305	-.176	.678	-.294	.642
56 M-VOL.								

別表 3

	反復横とび	垂直跳	背筋力	握力	立位体前屈	上体そらし	踏台昇降	50M走	走幅跳	ハンド	懸垂	1500M
1 Ht	.115	.603	.276	.658	-.103	.227	-.006	-.418	.176	.454	.131	-.227
2 Mt	-.158	.37	.145	.583	-.024	.199	-.08	-.243	-.034	.32	-.036	.07
3 胸囲	-.17	.245	.107	.49	.072	.219	.081	-.123	-.07	.254	-.009	.101
4 座高	.049	.581	.24	.676	-.048	.282	-.123	-.45	.188	.436	.231	-.216
9 %FAT	-.355	-.331	-.1	-.101	.067	-.018	-.175	.477	-.463	-.249	-.411	.595
10 LBM	-.006	.54	.202	.683	-.041	.233	-.018	-.471	.161	.466	.116	-.155
11 LEG. P	.092	.59	.203	.612	.17	.257	-.07	-.561	.327	.467	.277	-.233
13 LEG. P/Wt	.288	.441	.099	.239	.171	.151	.001	-.587	.479	.322	.452	-.464
14 LEG. P/LBM	.145	.299	.084	.184	.32	.151	.068	-.359	.304	.201	.278	-.181
15 P. MAX	.155	.642	.242	.623	.13	.2	-.01	-.541	.246	.535	.558	-.271
17 P. MAX/Wt	.418	.588	.188	.308	.193	.091	.07	-.637	.429	.458	.449	-.548
18 P. MAX/LBM	.271	.458	.17	.261	.259	.074	-.016	-.506	.247	.389	.287	-.307
19 Peak time	.009	-.262	-.171	-.265	-.152	-.129	-.013	.116	-.096	-.251	-.156	.164
20 Acc. Rate	.096	.543	.269	.52	.173	.165	-.005	-.383	.167	.472	.257	-.272
21 Acc. Rate(Wt)	.191	.522	.259	.364	.198	.12	.013	-.41	.264	.434	.365	-.395
23 Acc. Rate(Wt)	.102	.394	.228	.315	.222	.113	-.045	-.39	.152	.367	.262	-.291
26 90%POWER維持	-.024	-.104	-.138	-.123	.065	.008	-.009	-.072	-.005	-.038	.052	-.038
27 30秒時POWER	.122	.456	.15	.459	.142	.217	-.013	-.511	.247	.423	.267	-.335
28 30S' POWER/(P	-.062	-.265	-.124	-.231	.006	.01	-.007	.081	-.006	-.186	.008	-.03
29 減速勾配	.117	.522	.196	.495	.043	.097	-.012	-.357	.142	.394	.134	-.089
35 反復横とび	.117	.522	.196	.495	.043	.097	-.012	-.357	.142	.394	.134	-.089
36 垂直跳	.296	.296	.154	.045	.096	-.031	.256	-.284	.236	.341	.268	-.436
37 背筋力	.283	.283	.283	.61	.18	.196	.113	-.658	.412	.607	.419	-.512
38 握力	.21	.283	.21	.21	-.103	.033	-.056	-.202	.118	.181	.1	-.145
39 立位体前屈	.045	.61	.21	.21	.048	.168	.019	-.455	.255	.575	.309	-.285
40 上体そらし	.096	.18	-.103	.048	.216	.216	.048	-.198	.124	.219	.194	-.158
41 踏台昇降	.256	.113	.033	.168	.048	.028	.028	-.156	.107	.132	.078	-.126
42 50M走	-.284	-.658	-.202	-.455	-.198	-.156	-.046	-.046	.075	.246	-.138	-.262
43 走幅跳	.236	.412	.118	.255	.124	.107	.075	-.515	-.515	-.521	-.404	.67
44 ハンド	.341	.607	.181	.575	.219	.132	.246	-.521	.343	.343	.447	-.546
45 懸垂	.268	.419	.1	.309	.194	.078	-.138	-.404	.282	.282	.282	-.494
46 1500M	-.436	-.512	-.145	-.285	-.158	-.126	-.262	.67	-.546	-.434	-.443	-.443
47 M-Biceps	.288	.288	.127	.455	-.045	-.009	-.23	.237	.135	.261	.171	-.063
48 M-Triceps	-.089	.312	.126	.48	.077	.21	-.048	-.24	.163	.321	.105	-.065
49 M-Abdomen	-.062	.41	.211	.588	.02	.343	-.02	.34	.09	.286	.142	-.08
50 M-Subscapula	.152	.345	.132	.327	.127	.11	-.003	-.344	.239	.289	.288	-.214
51 M-Quadriceps	-.052	.292	.11	.373	.035	.204	-.166	-.356	.0	.262	-.007	-.058
52 M-Hamstrings	.017	.446	.246	.52	.035	.105	-.166	-.356	.188	.425	-.007	-.136
54 >M-QF + M-HM	-.026	.446	.218	.542	.077	.184	-.092	-.361	.111	.408	.096	-.106
55 T1	.215	.575	.18	.534	-.02	.177	.126	-.415	.213	.463	.15	-.311
56 M-VOL.	.016	.516	.232	.6	.056	.196	-.04	-.41	.144	.462	.112	-.151

別表 4

	47	48	49	50	51	52	54	55	56
1 Ht	M-Triceps	M-Triceps	M-Abdomen	M-Subscap	M-Quadrice	M-Hamstri>	M-QF +	MTL	M-VOL.
2 Wt	.415	.357	.618	.337	.386	.555	.57	.833	.697
3 胸囲	.587	.653	.676	.464	.688	.607	.774	.549	.815
4 座高	.487	.629	.623	.399	.649	.46	.656	.405	.672
5 %FAT	.512	.464	.681	.431	.506	.578	.651	.679	.728
9 LBM	.017	.137	.138	.056	.233	.076	.19	-.164	.133
10 LEG. P	.629	.637	.683	.473	.648	.631	.763	.676	.832
11 LEG. P	.451	.586	.603	.44	.509	.523	.617	.506	.659
13 LEG. P/Wt	.022	.17	.116	.138	-.026	.093	.042	.126	.055
14 LEG. P/LBM	0	.22	.163	.157	.068	.123	.118	.003	.095
15 P. MAX	.498	.565	.656	.443	.65	.559	.719	.619	.775
17 P. MAX/Wt	.188	.192	.214	.192	.207	.211	.244	.294	.269
18 P. MAX/LBM	.201	.229	.294	.209	.339	.229	.333	.224	.333
19 Peak time	-.123	-.191	-.304	-.033	-.191	-.106	-.168	-.216	-.176
20 Acc. Rate	.387	.485	.573	.342	.523	.385	.535	.511	.58
21 Acc. Rate (Wt)	.212	.295	.356	.2	.28	.225	.293	.344	.318
23 Acc. Rate (Wt)	.233	.269	.379	.193	.323	.179	.29	.284	.305
26 90%POWER維持	-.099	-.126	-.142	-.119	-.134	-.178	-.183	-.096	-.176
27 30秒時POWER	.438	.396	.435	.421	.483	.424	.537	.467	.582
28 30S'POWER/(P	-.1	-.248	-.269	-.034	-.259	-.228	-.292	-.204	-.294
29 減速勾配	.355	.468	.553	.309	.53	.473	.6	.487	.642
35 反復横とび	-.144	-.089	-.062	.152	-.052	.017	-.026	.215	.016
36 垂直跳	.288	.312	.41	.345	.292	.446	.446	.575	.516
37 背筋力	.127	.126	.211	.132	.11	.246	.218	.18	.232
38 握力	.455	.48	.588	.327	.373	.52	.542	.534	.6
39 立位体前屈	-.045	.077	.02	.127	.083	.035	.077	-.02	.056
40 上体そらし	-.009	.21	.343	.11	.204	.105	.184	.177	.196
41 踏台昇降	-.23	-.048	-.02	-.003	.015	-.166	-.092	.126	-.04
42 5 0 M走	-.237	-.24	-.34	-.344	-.244	-.356	-.361	-.415	-.41
43 走幅跳	.135	.163	.09	.239	0	.188	.111	.213	.144
44 ハン下	.261	.321	.286	.289	.262	.425	.408	.463	.462
45 懸垂	.171	.105	.142	.283	-.007	.15	.112	.15	.112
46 1 5 0 0 M	-.063	-.065	-.08	-.214	-.058	-.136	-.106	-.311	-.151
47 M-Biceps	.526	.526	.42	.492	.438	.503	.557	.183	.534
48 M-Triceps	.526	.526	.442	.383	.621	.489	.651	.151	.599
49 M-Abdomen	.42	.442	.442	.348	.541	.512	.635	.497	.685
50 M-Subscapula	.492	.383	.348	.433	.413	.506	.542	.245	.538
51 M-Quadriceps	.438	.621	.541	.413	.....	.401	.814	.264	.774
52 M-Hamstring	.503	.489	.512	.506	.401	.....	.858	.408	.848
54 >M-QF + M-HM	.557	.651	.635	.542	.814	.858	.....	.401	.97
55 Tl	.183	.151	.497	.245	.264	.408	.401	.....	.594
56 M-VOL.	.534	.599	.685	.538	.774	.848	.97	.594	.....

参考文献

- 1) O. Bar-Or, R. Dotan, O. Inbar, A. Rothstein, J. Karlsson, and P. Tesch : Anaerobic Capacity and Muscle Fiber Type Distribution in Man., J. Sports Medicine1, 82 ~ 85, 1980
- 2) I. Jacobs : The Effects of Thermal Dehydration on Performance of the Wingate Anaerobic Test., J. Sports Medicine 1, 21-24, 1980
- 3) J. F. Patton, M. M. Murphy, and F. A. Frederick : Maximal Power Outputs during the Wingate Anaerobic Test., J. Sports Med. 6, 82 - 85, 1985
- 4) MEIL Mc CARTNEY, GEORGE J. F. HEIGENHAUSER, AND NORMAN L. JONES : Power output and fatigue of human muscle in maximal cycling exercise.
- 5) R. Dotan and O. Bar-Or : Load Optimization for the Wingate Anaerobic Test., Eur. J. Appl. Physiol. 51 : 409-417, 1983
- 6) E. A. Froese and M. E. Houston : Performance during the Wingate Anaerobic Test and Muscle Morphology in Males and Females., J. Sports Med. 8, 35-39, 1987
- 7) 中塘二三生, 田中喜代次, 渡辺一志, 福田隆 : Wingate および Evans-Quinney テストを応用した短時間の自転車作業による最大無酸素パワー測定法の検定, 体力科学, 35, 161-167, 1986
- 8) 生田香明, 渡辺和彦他 : 50m疾走におけるパワーの研究, 体育学研究, 17 (2), 61-67, 1972
- 9) 沢川侃二, 斉藤慎一, 井田時子 : 自転車エルゴメータの慣性とそれがパワーに及ぼす影響, 東教大体育学部スポーツ研究所報, 10, 61-67, 1972
- 10) 川初清典 : 自転車選手の脚筋パワーおよび力-速度関係について, 体育研究, 18 (4), 163 ~172, 1973
- 11) 生田香明ら : スプリンターのパワー発現, 体力科学, 29, 143-151, 1980
- 12) 生田香明, 猪飼道夫 : 自転車エルゴメータによる Maximum Anaerobic Power の発達の研究, 体育学研究, 17 (3), 151-157, 1973
- 13) 金子公有 : 筋収縮の力・スピード・パワー, 体育の科学, 20 (6) 368-373, 1970
- 13) 川初清典, 猪飼道夫 : ヒト脚パワーと力・速度要因 (1) 測定方法と力-速度およびパワーの関係について, 体育学研究, 16 (4), 223-232, 1972
- 14) 大川信夫, 富原正二他 : 自転車エルゴメータ運動の機械的効率, 日本大学医学部雑誌, 45 (2), 1985
- 15) 福永哲夫 : 人の絶対筋力, 杏林書院, 1978
- 16) 小沢治夫・深野明他 : 発育発達期における自転車エルゴメーターによる最大無酸素パワーの研究, 筑波大学附属駒場中・高等学校研究報告, 25, 209-221, 1986
- 17) 小沢治夫・深野明他 : 発育発達期における自転車エルゴメーターによる最大無酸素パワーの

研究（第2報），筑波大学附属駒場中・高等学校研究報告，27, 97～112, 1988

- 18) 深野明・小沢治夫・入江友生・岡崎勝博・合田浩二他：本校における体力テストとトレーニングの取り組みとその成果について，筑波大学附属駒場中・高等学校研究報告，29, 41～84, 1989