

4 柔道選手のスタミナに関する研究(1)

東京医科歯科大学 佐々龍雄
東京教育大学 浅見高明
東京大学 金子公宥

スタミナといった場合に各種運動によって解釈の仕方が非常に違ってくる。例えば、非常に長い時間継続的に行なわれる競技(マラソン, 陸上競技長距離走, 水泳の長距離, 自転車競技のロードレース等), 短時間に爆発的に力を出す競技(陸上競技短距離, 水泳短距離, 相撲等), 対人競技で, 5, 6分継続する競技(柔道, レスリング, ボクシング, フェンシング等)又球技でチームとしてかなり長時間にわたって継続する競技(サッカー, バレーボール, ラグビー, ホッケー等)で必要と考えるスタミナは, それぞれ主眼点が異なる。つまり主として呼吸循環系のスタミナを必要とする競技, パワーのスタミナを必要とする競技, 筋力のスタミナを必要とする競技, スピードのスタミナを必要とする競技, 神経系のスタミナを必要とする競技等に分けられよう。東大の猪飼教授は, 運動に対する人間の反応としては有酸素的の反応と無酸素的の反応とに分けられるという立場に立って, マラソンや長距離走では長い距離を走り抜く能力, つまり持久力が第一条件であるが(有酸素的の反応), 競り合いやラスト・スパートで高いスピードを出すには無酸素的な能力が必要で, スタミナのあるなしはこの予備力があるかどうかによってきまるといっている。又福田教授は「スタミナとは, それぞれのスポーツ競技の際, バテないで頑張りの利く底力のある体力」と一応定義している。

さて柔道では, これまでスタミナについては深く考えられなかったが, 1963年2月ソ連のサンボ出身柔道家が来日して極めてエネルギーな試合振りを示してから急にスタミナの養成が強く叫ばれ出した。更に1963年度のオリンピック候補選手の体力測定結果によればスタミナの指標となる筋持久力やハーバード・ステップ・テストなどの得点が低くスタミナ不足を如実に証明していた。

(本紀要, 1963年度柔道オリンピック候補選手の体力測定参照)

そこで柔道選手のスタミナの実態をさぐりスタミナ不足の原因を究明してトレーニングの一助としたいと考えた。

方 法

本研究は第一段階としてスタミナを呼吸循環系の持久性という観点からみていこうとするもので, 8.6%傾斜のトレッドミルを用いて一定速度で all-out (へばる) まで走らせ, その持久走時間をもって持久性の尺度としている。

被検者は, 重量別に軽量級, 中量級, 重量級から各1名ずつを選んだ。軽量級T・S3段はオリンピック候補選手でハーバード・テスト101.4点という柔道選手の中では最も心臓機能において優れた者である。中量級T・Y4段と重量級K・M4段はオリンピック候補ではないが, 全日本選手権大会に出場する一流選手でハーバード・テスト点がそれぞれ85.3, 87.7で1963年度体力測定の中

量級選手平均87.5, 重量級選手平均85.0とほぼ等しく, その差も酷似している所から選んだ。3選手の体力表は次の通りである。(第1表参照)

第一表 三選手の体力測定値

	年齢	身長 cm	体重 kg	胸囲 cm	皮下脂肪 mm	腕力		脚力		筋持久力 回	肺活量 cc	ハーバード・テスト 点
						右 kg	左 kg	右 kg	左 kg			
軽量級T. S	19歳	161.7	65.5	87.5	5.0	34	—	52	45	45	3560	101.4
中量級T. Y	24歳	168.2	81.5	102.0	11.0	66	58	88	96	58	4400	89.3
重量級K. M	24歳	176.7	110.0	113.6	24.0	—	43.5	96	99	74	4600	87.7

結果及び考察

1. 非鍛練者との比較

従来, 持久性に対する体重の影響を研究したものは非常に少ない。S. Robinson¹⁾(1942)は, 体重99kgの者と61kgの者にトレッドミルを用いて歩行や走行を行なわせて, その時のエネルギー代謝, 心拍数, 直腸温, 皮膚温, 運動後の体重減少を測定した。その結果, 両者の運動を遂行する時

第二表 柔道選手と非鍛練者の比較

(参考のために)

		身長 cm	体重 kg	体表面積 sq. cc	安静時代謝量 cc
柔道選手	T. S. (19歳) 軽量級	161.7	65.0	171.7	253
	T. Y. (24歳) 中量級	168.2	81.5	193.0	273
	K. M. (24歳) 重量級	176.7	110.0	221.0	284
非鍛練者	T. A. (26歳)	169.0	67.0	178.4	265
	M. M. (26歳)	163.0	66.5	171.7	251
	K. I. (30歳)	164.0	64.5	173.2	251
	K. K. (26歳)	165.5	58.0	166.1	248
	M. K. (24歳)	166.0	57.0	163.8	215
陸技上選手	H. G. (21歳)	178.0	65.0	184.4	192
	K. T. (24歳)	161.4	53.5	157.7	193
		最大換気量 L/分	酸素摂取量 L	酸素負債 L	酸素摂取量 +酸素負債 L
柔道選手	T. S. (19歳) 軽量級	95.50	35.571	5.198	40.769
	T. Y. (24歳) 中量級	97.45	22.149	5.534	27.683
	K. M. (24歳) 重量級	74.74	6.897	9.607	16.504
非鍛練者	T. A. (26歳)	52.48	7.843	1.693	9.536
	M. M. (26歳)	67.87	3.427	1.978	5.405
	K. I. (30歳)	70.93	11.303	2.246	13.549
	K. K. (26歳)	71.42	8.516	2.126	10.640
	M. K. (24歳)	66.03	7.800	0.979	8.779
陸技上選手	H. G. (21歳)	99.84	14.954	4.589	19.543
	K. T. (24歳)	97.54	22.029	8.432	30.461

の効率 (efficiency) は同じであり、体重の重い者が1時間当り 8 cal/kg のエネルギー代謝で運動をする時に体熱の放散は、室温 32°C、湿度 70% で制限を受け、走行中体熱が蓄積して75分間の走行で暑さへばりの状態になり運動を中止した。これに反し同じ条件下で体重の軽い者は毎時 9.7 cal/kg のエネルギー消費で心拍数は定常状態に達し、体熱の産生と放散のバランスもとれた。体熱の発生は体重に比例するので体重の重い者では体重の体表面積に対する比が軽い者に比べて20%大きいので、運動中の熱発生も20%大であった。体熱の放散は大部分体表面積によってきまるので、体重の軽い者が容易に熱の均衡を維持出来るような運動でも体重の重い者では体熱を放散出来ずに短時間で all-out になると報告している。又柔道の施技時のエネルギー代謝については、杉本²⁾、小川等が自護体、基本的投技、固技について測定し、結果として自護体移動は運動強度が非常に大きく R・M・R (エネルギー代謝率) で13.5~18.2投技の中では跳腰が最も大きく4.3であり、足払は最も小さく2.9で他の投技はこれらの中間値を示した。又寝技は投技より一般に大きな R・M・R を示し18~30位の値を示したと報告している。

本研究では、トレッドミル走行中および走行後の心拍数、呼気量、酸素消費量を測定し非鍛練者と比較した。第2表に3選手および非鍛練者が8.6%傾斜のトレッドミルを走行速度180m/分で all-out まで走った時の持久走時間と呼吸循環系の反応を示した。

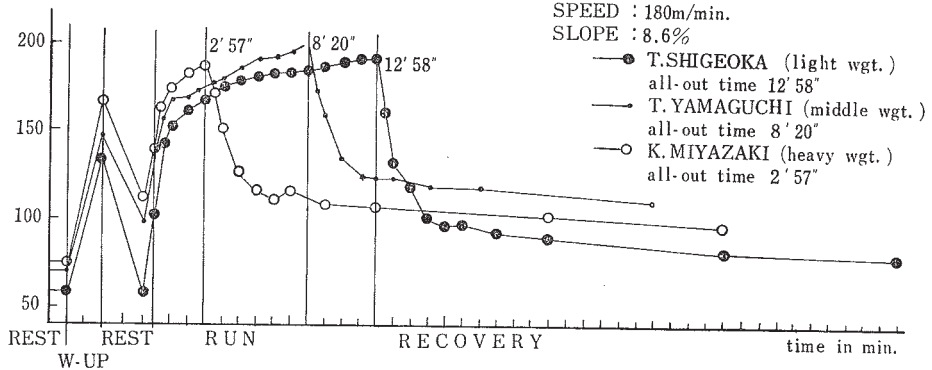
軽量級 T・S 選手が速度180m/分で12分58秒走り最も優れた持久性を示した。そして中量級 T・Y 選手 8分20秒、重量級 K・M 選手 2分57秒で K・M 選手は非鍛練者5名の平均持久走時間4分49秒(陸上競技長距離選手の例もあげた)

スピード m/分	持続時間 分・秒	仕事量 kgm	毎分仕事量 kgm/分	運動中毎分 換気量 L/分	換気負債 L
180	12.58	13,336	1,026	75.12	101.40
180	8.20	10,652	1,279	70.13	146.34
180	2.57	5,093	1,726	65.18	173.45
180	5.24	5,668	1,050	41.49	103.36
180	2.51	2,944	1,033	41.79	112.17
180	5.54	5,960	1,010	55.71	114.36
180	4.15	3,863	909	53.52	118.09
180	5.01	4,480	892	42.10	43.01
260	4.51	7,150	1,474	81.98	175.41
260	6.58	8,453	1,213	74.63	110.41
毎分酸素摂取量 L/分	エネルギー消費量 L/分	カロリーに 換算 cal/分	cal/体重	cal/体表面積	効 率 %
2.74	3.14	15.8	0.24	0.092	15.2
2.77	3.46	17.5	0.21	0.091	17.8
2.30	5.50	27.8	0.25	0.126	14.3
1.57	1.91	9.6	0.14	0.054	27.6
1.14	1.80	9.1	0.14	0.053	25.3
1.88	2.26	11.4	0.18	0.066	20.5
1.70	2.13	10.8	0.19	0.065	16.9
1.56	1.76	8.9	0.16	0.054	23.7
2.99	3.91	19.7	0.30	0.107	17.0
3.15	4.34	21.9	0.41	0.139	12.9

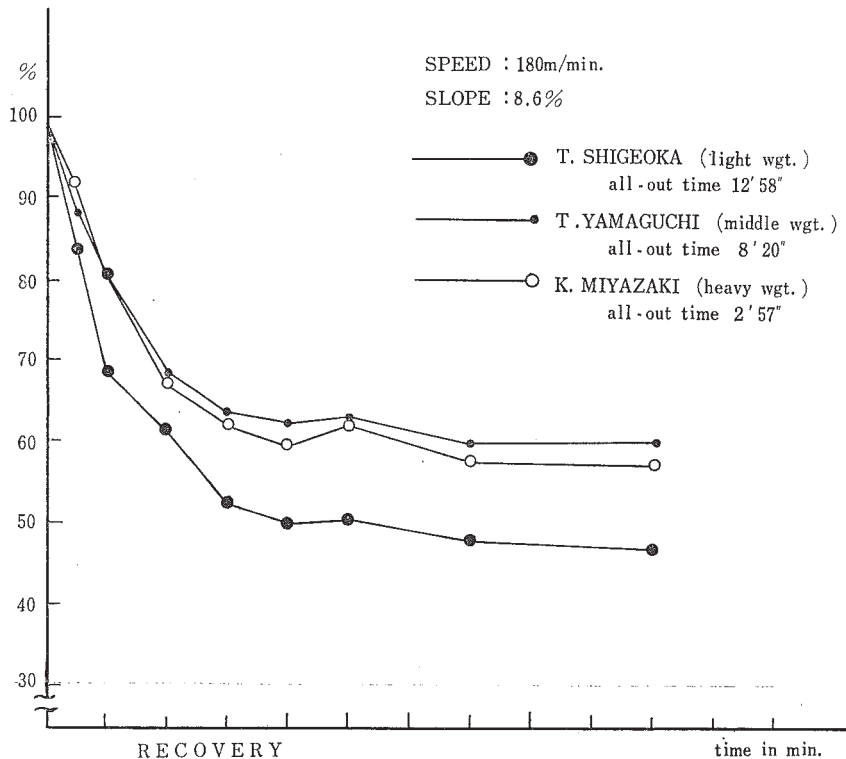
秒よりも相当に劣った。

機械的仕事量はT・S選手が最も大で13.336kgm, T・Y選手10.652kgm, K・M選手50.93kgmの順となり, 毎分の仕事量は逆にK・M選手が最も大で1.726kgm, T・Y選手1.279kgm, T・S選手1.026kgmとなった。柔道選手と非鍛練者を比較すると, 前者が運動中毎分換気量, 最大換気量, 毎分酸素摂取量, 酸素負債, 総エネルギー消費量において後者よりも非常に大きな値を示した。従って体重当りの消費エネルギーは柔道選手において極めて大であった。

第1図 トレッドミル all-out 走における心拍数変化



第2図 トレッドミル all-out 走における心拍数回復率

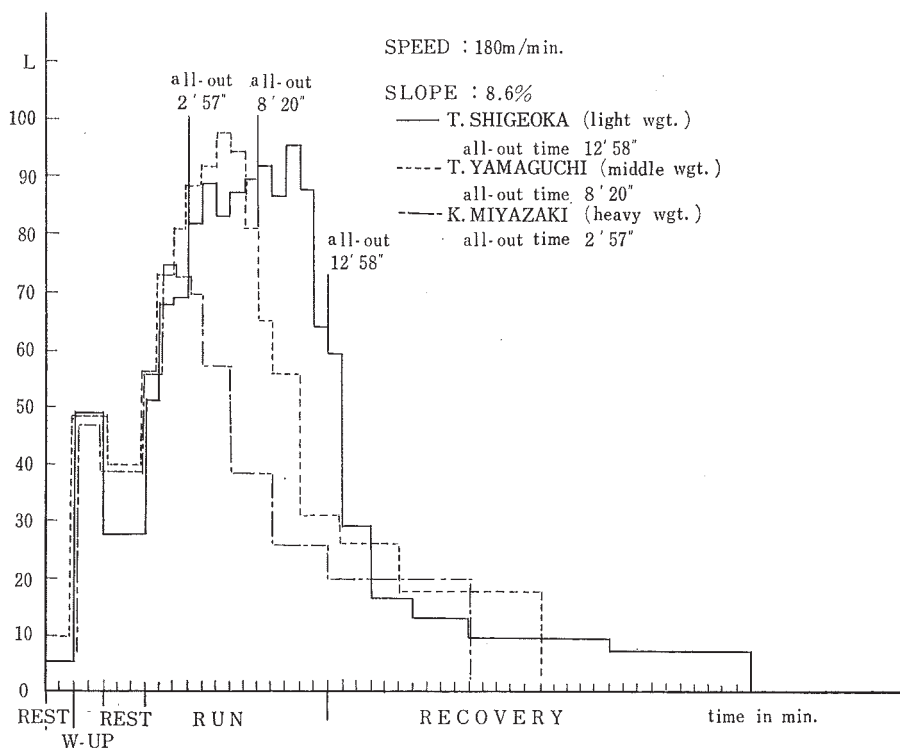


2. 3選手間の比較

心拍数……第1図に3選手のトレッドミル all-out 走全経過を通じての心拍数変化を示した。安静時心拍数はT・S選手が58で最も低く他2選手は70前後でかなり高かった。T・S選手は速度140m/分で2分間のウォーミング・アップの後の休息期で心拍数は安静時レベルにまで回復し、非常に心臓機能の優れていることがうかがわれた。all-out 時の心拍数は、T・S選手が192、T・Y選手が197、K・M選手が187を示し、K・M選手の限界レベルが幾分低いようである。おそらくK・M選手の場合には心臓機能が限界に達して all-out になったというよりも他の要因が強く働いて all-out になったと考えられる。運動後の回復過程をみるとT・S選手においては持久走時間が長く仕事量が最も大きいにもかかわらず心拍数の回復は非常にすみやかで心臓機能の優秀性を示していた。回復率でみても(第2図参照)、T・S選手が最も優れており、T・Y選手とK・M選手ではわずかにK・M選手の方がよいが、これは仕事量の相違によって心臓に対する負荷量が違っていたためと考えられる。なぜならば、同一負荷のハーバードテストではT・Y選手89.3点、K・M選手87.7点で幾分T・Y選手の方がまさっていた。

換気量……第2表に示したように運動中分時換気量(安静時をのぞく)は、T・S選手75L、T・Y選手70L、K・M選手65Lと軽、中、重の順となり運動後20分間の換気負債は運動中とは逆に重、中、軽の順となった。これはT・S選手が運動中に最も多量の換気をし、回復期では最もわずかな換気で回復していることを意味している。(第3図参照)又運動中最大分時換気量をみるとT・Y選手とT・S選手が95Lを越し、K・M選手では非常に低い値であったが、この値が各選手の限界能力を示しているかどうかを検討するために安静時最大換気量を測定し比較してみるとK・M

第3図 トレッドミル all-out 走における分時換気量変化

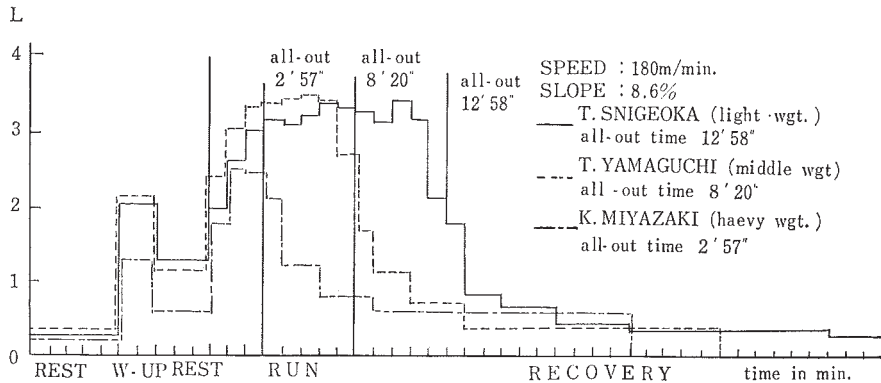


選手が最大で(136L), T・S選手(117L), T・Y選手(99L)の順となりT・Y選手では運動中にほとんど限界まで肺機能を動員していることがわかる。

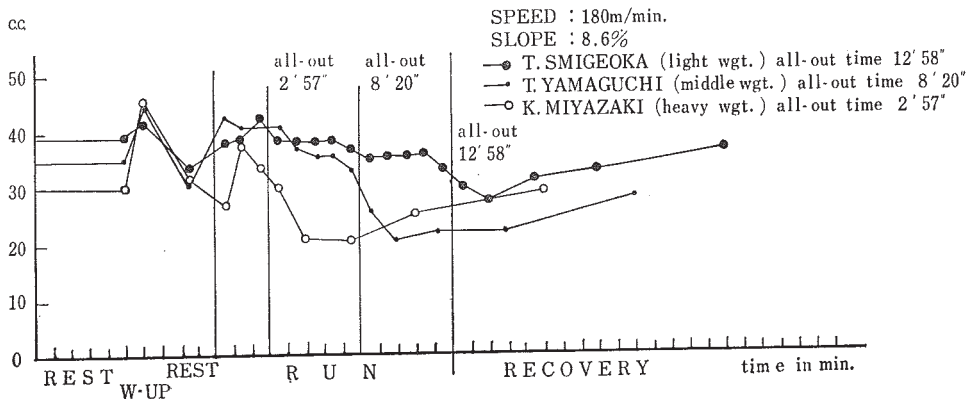
エネルギー代謝……運動中毎分酸素摂取量は軽, 中, 重の順で減少し回復期の酸素負債は逆に重, 中, 軽の順となり換気量とまったく同じ傾向を示した。(第4図参照)従ってT・S選手では運動中最も多量の酸素をとり入れ回復期の酸素負債では最も少なくてすんでいることがわかる。このことは運動中の有酸素能力(aerobic capacity)が優れていることを意味し, 陸上競技選手では更に毎分酸素摂取量が増加することからもうなずけよう。(第2表参照)運動時毎分酸素消費量はK・M選手が5.5Lで最も大, そしてT・Y選手(3.5L) T・S選手(3.1L)の順になった。体重当り, あるいは体表面積当りの運動時エネルギー消費量を算出してもいずれもK・M選手が最も大きな値を示した。しかし $E = \frac{W}{M-R} \times 100$ (E=効率, W=仕事量, M=総消費エネルギー量, R=安静時エネルギー消費量)の式から機械的効率を算出してみるとT・S選手15.2%, T・Y選手17.8%, K・M選手14.3%となりK・M選手が最も効率の悪いことがわかった。

このことは酸素摂取率をみてもわかり, (第5図参照) all-out 時には三者とも33ccを示し一致したが, 運動中ではK・M選手が非常に摂取率が低かった。いずれの場合も運動後に一時摂取率の低下する時期があるがT・S選手の場合には低下の割合が少なく呼吸の効率のよいことを示している。

第4図 トレッドミル all-out 走における酸素摂取量変化



第5図 トレッドミル all-out 走における酸素摂取率変化



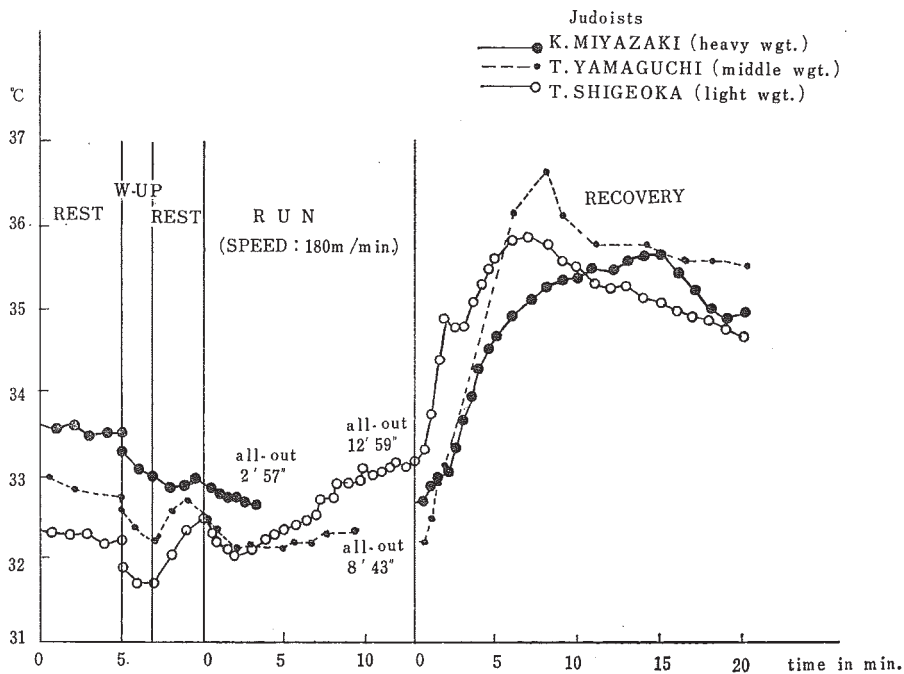
皮膚温……体熱の蓄積，放散の能力の良し悪しは持久性運動において重要な意味を持っている。例えば人体の比熱を0.83とするならば，運動中の熱の蓄積は $H=mc(t_2-t_1)\text{cal}$ (H =熱量， C =比熱，質量 mg ， t =温度)の式によって体温の上昇からほぼ計算することが出来る。体熱の産生は直腸温の測定によって知られ，体熱の放散，蒸発は皮膚温，あるいは発汗現象をみることによって察知される。直腸温の測定はかなり人体に精神的肉体的苦痛を与えるので他の測定項目に対する影響が大と考え，本実験でははぶいた。その代りに下肢の温度変化を比較的忠実に示すと考えられる大腿部の皮膚温を測定し，熱の産生，放散の両相をみようとした。第6図に示すように大腿部皮膚温は，走行開始から3分目頃まで3者とも下降し，重量級K・M選手では下降したまま all-out になっている。これに反し，T・Y選手，T・S選手は運動中の3分目頃から温度は上昇し，軽量級T・S選手で最も温度の上昇が著しい。従ってT・S選手が運動中に最も多量の熱を発生し，その蓄積に耐え得たといえよう。

又回復期をみると，皮膚温は急激に上昇し熱の放散が盛んに行なわれていることがわかるが，その最高値はT・S選手，T・Y選手，K・M選手の順に早くおとずれる。

結 論

以上3選手の180m/分の速度での all-out 走における呼吸循環系の変化をみてきたが，重量級K・M選手においては非常に大きな呼吸容量を持ちながら十分に発揮されていないし，呼吸の効率も悪いということがわかった。又大腿部の皮膚温によっても熱の蓄積，放散に対する適応能力の低いことがわかった。心拍数からみても完全な限界にまで達していると考えられないので all-out の原因が呼吸循環系以外の要因例えば脚筋のスピード不適應，脚筋への血流阻止，体熱の放散限界によ

第6図 トレッドミル all-out 走における温度変化(大腿部皮膚温)



るものといえよう。従ってK・M選手の持久性を向上させるにはまず体重を減らして肺、心臓ならびに脚筋への負担を軽くし（皮下脂肪厚24mm）効率を高めて全機能を発揮させることが先決である。中量級T・Y選手では呼吸循環系ともにほぼ限界に近く機能を発揮しているが、心拍数、酸素摂取率等の回復が悪いことから考えると回復過程の改善が持久性を向上させる鍵となる。軽量級T・S選手については呼吸循環機能ともに非常に優秀でほとんどいことがないが、機械的効率の幾分低い点が気にかかる。今試みにT・S選手の12分58秒という持久走時間を最高記録としてT・Y選手、K・M選手が彼等の毎分仕事量の割合でT・S選手と同じだけの仕事をするには何分走らねばならないかを計算してみるとT・Y選手は10分26秒、K・M選手は7分43秒となり、それぞれ現在の記録よりも2分06秒、4分46秒余計に走らねばならない。つまりT・S選手と同じだけの持久性を得るためには今後のトレーニングによってT・Y選手は25%、K・M選手は162%の向上をはからねばならないことになる。いかに重量級選手の持久走能力が劣っているかがわらう。又梶山³⁾の研究によれば、試合中（5分間）の選手の行動距離は平均94mで施技数は平均24本となっており、前述の杉本、小川等の研究から自護体のR・M・Rは、13.5~18.2投技は2.9~4.3固技は18~30という大きな値を示すことから考えて試合中のエネルギー消費は莫大であることがわらう。今後試合時間の延長やリーグ戦採用による試合数の増加の傾向が著しいので、益々スタミナの必要性が強調されるであろう。

参考文献

- (1) S. Robinson; The effect of body size upon energy exchange in work. Am. J. Physiol. Vol. 136 (1942)
- (2) 杉本、小川他、柔道の基本的投技におけるエネルギー代謝、講道館柔道科学研究会紀要第1輯 (1958)
- (3) 梶山彦三郎、柔道の試合における選手の行動について、「柔道」第34巻3号 (1963)

4 柔道選手のスタミナに関する研究(2)

東京医科歯科大学 佐々龍雄
 東京教育大学 浅見高明
 東京大学 金子公宥

技術の養成と並んで体力の養成が近年特に重要視されるようになり、この趣旨に添った柔道関係の研究成果も数多く報告されているが、呼吸循環機能を中心としたスタミナの研究は少ない。試合において、終始積極的にしかも効果的に技を施すためには、その基盤に高度のスタミナが準備されていなければならないであろう。先に猪飼、金子¹⁾が報告した柔道練習中の心拍数変動の研究、或は技を施す際のエネルギー代謝を測定した杉本、小川²⁾の報告にみられるように、柔道は呼吸循環系に対して相当に大きな負荷を与える運動であることは間違いない。

本研究は前報³⁾に引き続いて、柔道選手にトレッドミル(走行盤)走運動を課し、このときの心拍数、酸素摂取量等の反応を測定して、彼等のスタミナを吟味する資料を得ようとしたものである。測定の内容上多数の被検者を対象とする事が難かしいので、少数ながらもなるべく優秀な選手を被検者とするよう意図した。

方 法

被検者は重量級、中量級、軽量級から夫々2名ずつの計6名。このうち4名は全日本選手権大会の出場経験をもつ選手であり、特に重量級のA選手は5年連続出場したベテランである。他の2名のうち中量級D選手は全日本東西対抗、日独親善試合等に出場、軽量のF選手は大学1年で高校時代に国体出場という経歴をもっている。柔道経験年数は、Aの15年を最高に、C及びDが9年、B及びEが7年、新人のFが4年である。この様な柔道歴から見てもこれら被検者は柔道選手としての資質を十分に備えていると見る事が出来よう。またいずれの選手も現役として目下活躍中である。

実験は1965年11月～1966年1月の期間に、東大体育学研究室に於て行われた。各被検者は2回(1回1日)、2種の異なるスピード(180m/分、200m/分、但しA選手のみ160m/分と180m/分)でトレッドミル走を行った。尚走行盤には8.6%(約5°)の上向きの傾斜が与えられている。尚180m/分では5分制限走とし、各被検者の呼吸循環機能の余力を比較しようとした。

走行中及びその前後を通じて約40分間 (イ) 胸部双極誘導法による心電図の記録、(ロ) サミスター法による呼吸曲線の記録、(ハ) ダグラスバッグ法による呼気ガスの採集が行われ、これら資料から心拍数、呼吸数、肺換気量、酸素摂取量等を得た。

結果及び考察

(1) 持久走時間：第2表に示された各選手の成績を見ると、180m/分のスピードで規定の5分に達したのはB(重量)、E(軽量)、F(軽量)の3名のみ。中量級の2者は共に4分台、重量級Aは僅かに2'22''である。

このA選手は更にスピードを160m/分に下げても、他選手の180m/分走行時間のいずれにも及ばなかった。200m/分走(Aを除く)の記録は全てall-out(この速度についていけなくなる状態)に至った時間である。その成績はF(軽)、E(軽)、B(重)、C(中)、D(中)の順で、軽量級が1、

第1表

	被検者	年令	段位	体重	身長	胸囲	皮脂厚	肺活量	最大換気量 (STPD)	柔道歴
		才	段	kg	cm	cm	mm	cc	ℓ/分	
重量級	A	26	5	92	171.0	105.0	34.0	5300	85.7	15年 全日本選手権(5)
	B	21	4	85	177.0	98.5	7.5	5220	96.4	7年 全日本選手権(1)
中量級	C	23	4	79	166.5	100.5	10.0	5360	85.0	9年 全日本選手権(1)
	D	21	4	74	170.2	105.0	9.0	5020	88.5	9年 全日本東西対抗(1)
軽量級	E	21	3	66	164.0	89.3	11.0	3840	99.2	7年 全日本選手権(1)
	F	19	2	66	168.0	93.7	14.0	4660	90.1	4年 国体(1)

第2表

	被検者	走行スピード (m/分)	持久走時間	機械的仕事 (kg m)	最高心拍数 (回/分)	最大O ₂ 摂取量 (ℓ/分) ※※	最大O ₂ 体重 ($\frac{cc}{分}{kg}$)
重量級	A	160 180	4'13'' 2'20''	5097 3165	211 206	3.533	38.7
	B	180 200	5'00''※ 3'20''	6273 4641	182 181	4.371	51.4
中量級	C	180 200	4'28'' 2'45''	5214 3563	186 183	3.370	42.7
	D	180 200	4'34'' 2'20''	4995 2827	185 180	3.864	52.0
軽量級	E	180 200	5'00''※ 4'09''	4871 4495	184 187	3.005	45.6
	F	180 200	5'00''※ 5'01''	4871 5432	180 182	3.578	54.7

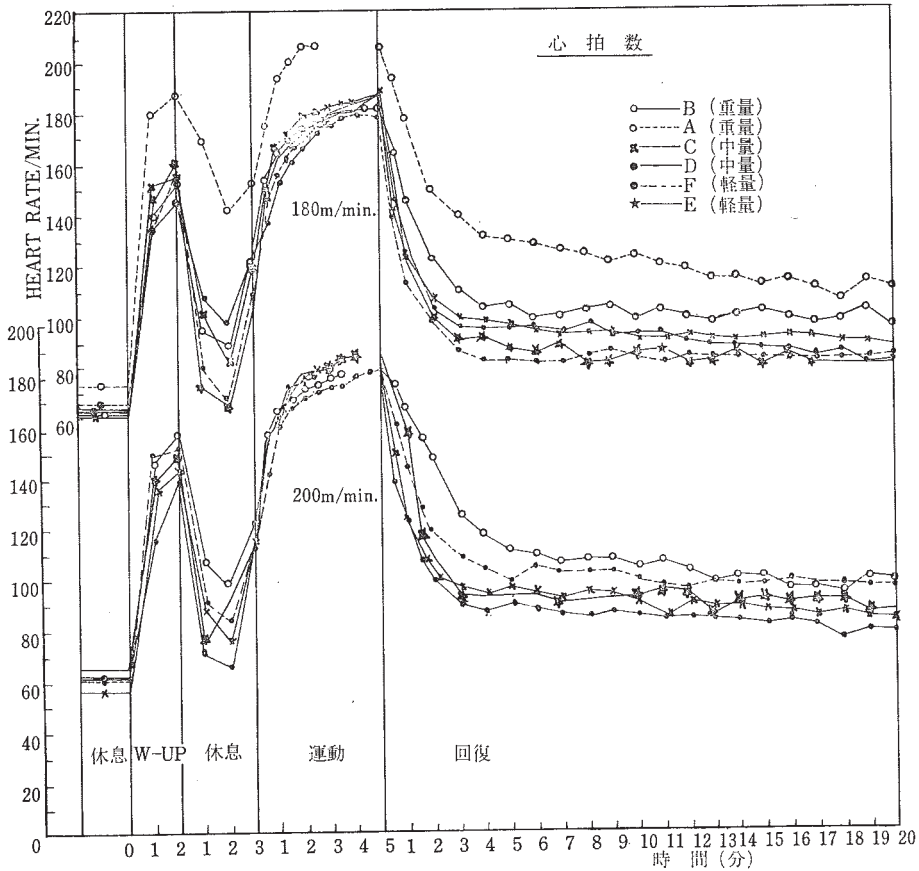
※印は5'制限走 ※※2種のスピードでの走行中最高の値

2位を占めた。運動成績(Performance)としての持久走時間では、軽量級選手が、少なくとも体重の軽さによって有利になる事は確かである。しかし重量のBが中量級の2選手を凌いで第3位になっているのは注目に値する。

ではこれら柔道選手の持久走時間は一般人レベルと比べてどうであろうか。猪飼、加賀谷の報告⁴⁾によると、180m/分の平均値は、13~14歳で約5分、15~16歳で8~9分、17歳では10分余となっている。また前報³⁾で引用した一般学生の成績(東大体育資料1964)でも5名中4名が5分に達している。すなわち本研究の被検者のうち半数は一般人のレベル以下という事になる。

(2) 機械的仕事: 体重による条件差を消去するために各被検者の成績を機械の仕事量で表わしてみた(第2表)。トレッドミル走における仕事量の算出には種々の問題があるが、ここでは簡単な算出法として、5°の傾斜の走行によって達した地面からの垂直距離(高さ)に体重を乗じて得た。全て all-out に至った200m/分走で比較すると、F(軽)、B(重)、E(軽)……の順となる。即ちB選

第1図 トレッドミル走運動による心拍数の変化



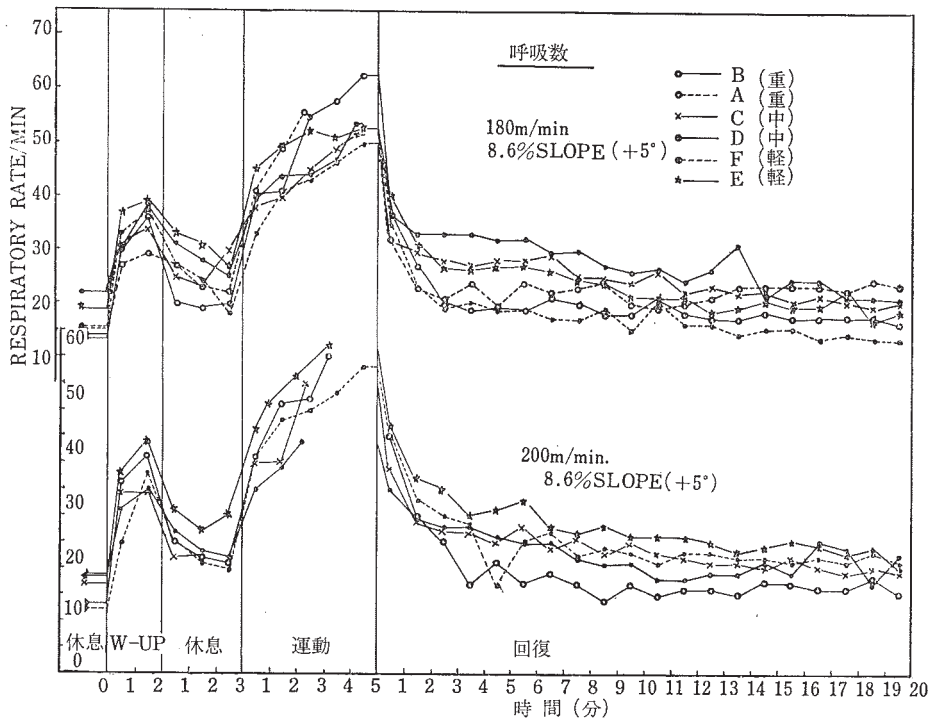
手は持久走時間でこそEの軽量選手に及ばなかったが、仕事量では優っている。もう一人の重量級Aは、仕事量も他選手に比べて少なく、持久走時間の不成績を唯単に体重の大きい事による不利だけに帰する事は出来ない。

<心拍数> 図1の上段は180m/分走、下段は200m/分走の場合である。180m/分走では先ず、A(重量)の心拍数上昇が極端に著るしい事に気づく。即ちW-up時に早くも188/分に達し、本運動では最高206/分が記録されている。彼の場合、回復時の心拍数減少も極めて遅く、心臓機能が他選手より著るしく劣っている事がわかる。この心拍数だけから判断しても、彼の走行は短い時間ながら既に限界に達していたと考えられる。

軽量級のFは5分の走行中最も低いレベルの心拍数を示し、また回復も早い。これはまだ十分に余裕が残されている事を示すものである。B(重量)とE(軽量)も制限時間5分を走り切ったが、回復の速さはEがやや優っている。180m/分走後の心拍数は、軽量ほど回復が速いが、中量の2者及びAは5分に充たぬ走行時間であり、仕事量も異なる。そこで総仕事量に対する心拍数回復の速さを算出してみると重量級のBの回復が最も良好であるという結果が得られた(図略)。

200m/分走でも軽量Fは運動3~4分の時点より低い心拍数で経過し、5'01''で他選手と同レベルの心拍数に至り all-out となっている。即ちFの持久走時間の長さはこのような心拍数に於ける余裕が1つの要因になっていると解される。200m/分走後の回復状態は全て all-out 時間が異なる

第2図 トレッドミル走運動による呼吸数の変化



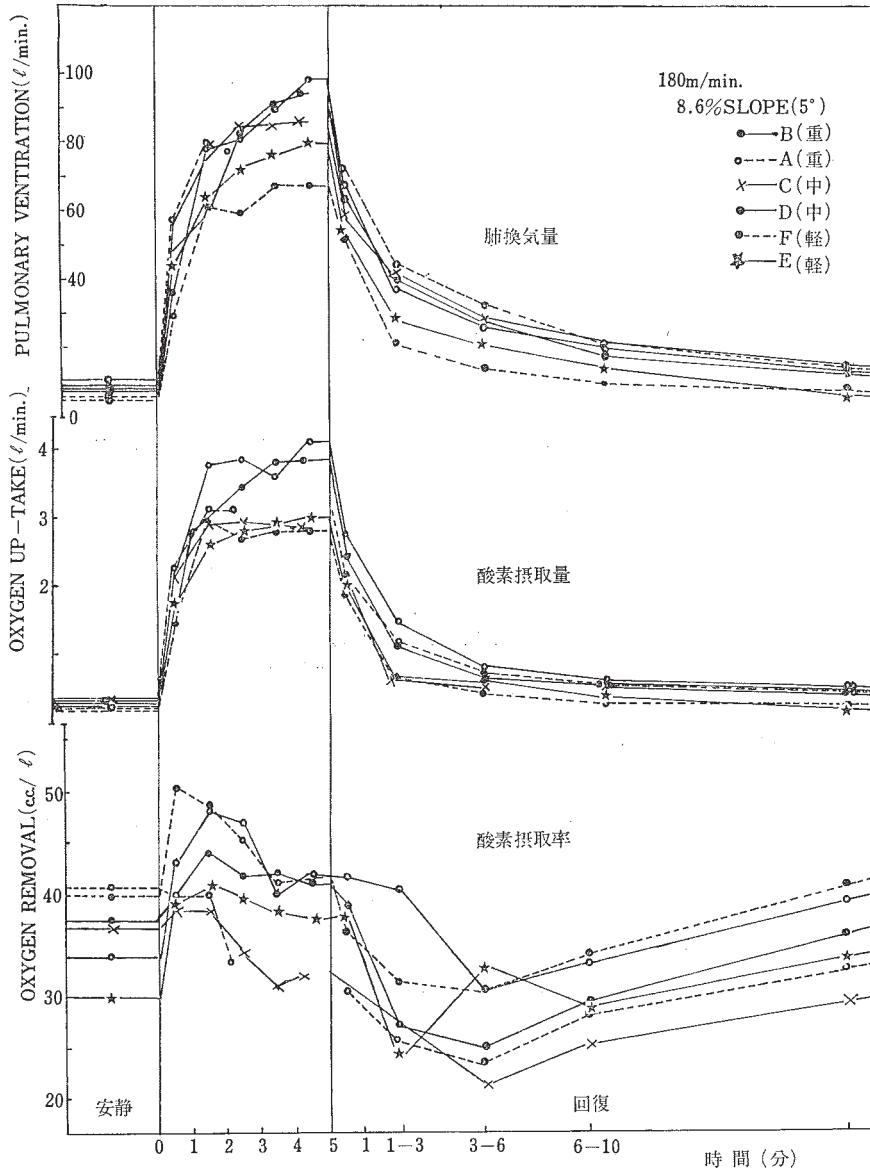
るので直接比較は出来ない。

(3) 呼吸数：一図2一，180m/分走でF(軽)は5分制限走中終始他の選手より少ない呼吸数を示し，回復も速い。200m/分のオールアウト走に比べればかなり少ない呼吸数で180m/分の5分を走り切っている。この点にも彼(F)の余裕力の大きさを認める事が出来る。しかし重量級Bは逆に著るしく高い呼吸頻度を示した。一般に運動中の呼吸数の多いことは換気の効率の低いことを意味し，好ましいことではないとされている⁵⁾が彼の場合，肺換気量も呼吸数の増加に伴って高いレベルまで増加しており，回復も速い。この様な点からみて，B選手の場合は，高い頻度の呼吸に耐えて換気量を増し多くの酸素を獲得するための好条件をつくり出している，と解釈した方が良いでしょう。これに対しE(軽)は運動時に比較的高く回復も遅い。先のBに比べ呼吸機能に改善の余地がより多いと思われる。

(4) 肺換気量，酸素摂取量，酸素摂取率

180m/分走の場合だけを第3図に示した。換気量は軽量級選手が低く，重量級選手が高い。B(重)は重量級ながら5分を走り切り機械的の仕事も多かったが，その裏には大きな換気量を得てしかも高い酸素摂取率(図3最下段)により多くの酸素を摂取したという好都合な要因が存在した。ところが同じ重量級のA選手は，換気量だけは比較的多いが，酸素摂取率が悪くしたがって肝心の酸素摂取量が少ない。彼の場合は心拍数だけでなくここにも持久走時間を長くし得なかった要因が認められる。F(軽量)は換気量は低いが，高い酸素摂取率からE，C選手に劣らぬ酸素摂取量を獲得している。特に彼の場合持久性の有力な指標とされている体重当りの最大O₂摂取量⁶⁾(表2)が高く，心拍数に於ける余裕と共に持久走時間の好成績を生む要因になっていると解される。また軽量級の二者は運動後の酸素摂取量が少ないが，これは運動中酸素負債が少なかった事を示すものであり，この点も持久走時間の長さをもたらした要因として見逃がすことは出来ない。

第3図 トレッドミル走運動による肺換気量, 酸素摂取量, 酸素摂取率

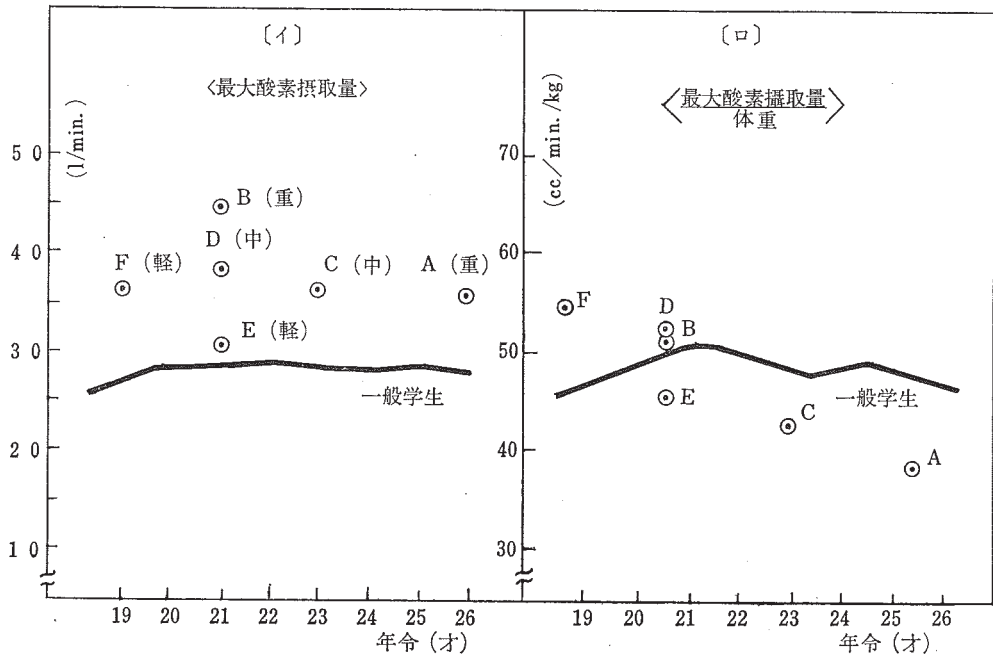


(5) 酸素摂取量の一般人との比較： 一般人の酸素摂取量の平均（実線—東大体育資料1965—）と共に柔道選手の値をプロットしたものが第4図である。同図左側〔イ〕の最大酸素摂取量そのものとみても、柔道選手は一般人の平均レベルより高い。しかし体重当りの量（同図〔ロ〕）に換算すると、必ずしも高くなくむしろ低い。最大酸素摂取量そのものでは最も高い値を示した B にしても「体重当り」では一般レベルと変わりなく、A にあっては体重当りの量が著しく低いのである。持久走時間で示されるような運動成績（Performance）に於て優れた成績を示すには、体重当りの酸素摂取量の大きい事が必要である。

以上6名の柔道選手について心拍数, 呼吸数, 酸素摂取量などを測定し報告したが、彼らの持久

第4図 柔道選手と一般学生の最大酸素摂取量の比較

(註) 一般学生の平均値は東大体育学研究室資料による



性能力は決して高いものではなく、個々の測定項目について指摘したように、改善の余地が多く残されていることが明らかである。この報告が、被検者となった選手は勿論、柔道選手についての持久性能力についての再検討と、その養成を促す一つのきっかけとなれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) 猪飼道夫, 金子公宥: 柔道練習中の心拍数変動
「柔道」37(4), 25—30, 1966
- 2) 杉本良一, 小川新吉他: 柔道投技におけるエネルギー代謝
講道館柔道科学研究会紀要
Vol. 1, 67—74, 1958
- 3) 講道館柔道科学研究会: 柔道選手のスタミナに関する研究
「柔道」35(10), 46—53, 1966
- 4) 猪飼, 江橋, 加賀谷: トレッドミルによる青少年の運動処方に関する研究—第1報—
体育学研究 7(3), 99—107, 1964
- 5) 猪飼, 加賀谷, 進藤: 持久性の限界因子について—円谷選手の測定記録を中心として—
体力科学 14(4), 1966
- 6) Åstrand, P. O. : Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age. Munksguard, Copenhagen 1952