

体力差による Warming-up の効果について

山 口 晃

I 緒 言

スポーツや運動をおこなう前に準備運動(Warming-up 以下 W-up と略記する.) をすることが常識である。

W-up の効果については、Morehouse¹⁾によれば、実施する本運動に対して自己の能力を充分発揮し、Performance を向上させ、また Co-ordination を高め運動時の筋の障害をとりのぞく効果をもたらされると、またその生理的メカニズムについては、Asmussen²⁾は体温上昇による効果であるとしている。著者もこれと同じ見解をもつものであるが、しかしその処方をあやまり過度の W-up をおこなった場合には体温は上昇していても疲労による代謝過程の障害、Co-ordination の低下が当然考えられ、強度、方法、時間などの適正処方が誤まらぬようにする配慮が必要である。そしてこれには、競技種目別な処方のほかに体力別処方が必要である。

本研究は、体力差の異った者に同一強度の運動を同一時間継続したときに、その準備運動としての W-up 量が本運動時の身体諸機能に如何なる影響を与えるかを、本運動時の心拍数、肺換気量、酸素摂取率を指標として観察し、以て体力別 W-up 適正処方の手がかりを得んとしておこなわれたものである。

II 研究対象および研究方法

この研究における対象は、健康な東大教養学部学生(非鍛錬者)4名、よくトレーニングされている運動選手(鍛錬者)3名、内訳はそれぞれ短距離選手、アメリカンフットボール選手、棒高跳の一流選手であった。

AKIRA YAMAGUCHI: Study on the Effects of Warming-up on Trained and Untrained Subject.

また年齢はいずれも18才であった。

実験方法は、W-up およびそれにつづく本運動とも踏台昇降運動(台高 50 cm で 2 秒に 1 回のテンポ)をおこなった。

踏台昇降運動は、伊藤³⁾の報告では R.M.R. にしておよそ 12~13 というかなりきついもので、体力の劣るものでは 5 分間の継続がきわめて困難であったので、ここでは本運動として 3 分間、また W-up としてそれぞれ 2 分および 3 分間の踏台昇降運動を採用した。

W-up 量の違いによる効果をみるために同一人について、no W-up, 2 分 W-up, 3 分 W-up をおこなわせ、これが本運動に及ぼす効果について体力別に比較検討した。

W-up 後の休息については一律に 15 分間休息をとらせ、特に W-up 後の保温については休息中身体を冷さないように注意するという条件でおこなった。

心拍数、肺換気量、酸素摂取率の測定は次の方法によった。

心拍数: 本運動時、回復期について心電図を胸部誘導で記録し、1 分毎 R-R 間隔を数え毎分心拍数とした。

肺換気量および酸素摂取率: ダグラスバック法によって呼吸を採気し、労研式ガス分析器で分析した。採気時間は、安静 5 分、本運動中は 1 分毎、回復期には 1 分、2 分、5 分の間隔にした。酸素摂取率は次の方式でえられる。毎分酸素摂取量 (ml/min) / 毎分換気量 (l/min)。

III 研究結果

測定の結果は第 I 表のとおりである。特にその代表例を選んで図に示した。

no W-up, 2 分 W-up, 3 分 W-up のそれぞれにつづく本運動時、回復期の心拍数、肺換気量、

第1表 no W-up, 2分 W-up, 3分 W-up による, 本運動時回復期における,

被験者	測定項目		心 拍 数									肺 換 気 量							
	気 温	W-up	安 静	S. T.			回 復					安 静	S. T.			回 復			
				1'	2'	3'	1'	2'	3'	4'	5'		1'	2'	3'	1'	2'	3'	
非 鍛 錬 者	K	22.0	no	73	156	171	184	164	136	122	118	118	5.30	17.32	26.77	38.80	22.95	13.70	10.83
		25.0	2'		167	188	193	163	131	120	108	110		15.19	22.42	28.05	19.60	14.25	9.96
		23.0	3'		172	192	200	177	142	128	126	123		26.16	31.75	35.24	35.12	16.52	12.56
鍛 錬 者	T	28.0	no	75	120	151	157	134	92	85	87	90	4.40	16.01	24.48	23.93	18.96	11.56	7.73
		2'																	
		28.0	3'		137	164	168	140	106	90	93	91		18.86	27.32	28.08	20.35	12.84	8.42
鍛 錬 者	N	21.0	no	67	147	165	181	151	118	102	91	92	6.39	21.68	31.01	36.68	25.88	25.20	13.13
		2'																	
		21.0	3'		151	175	186	162	129	107	98	95		23.03	30.83	40.24	31.70	19.66	9.36
鍛 錬 者	KA	23.0	no	69	138	163	172	155	127	109	101	97	4.45	15.89	26.18	31.49	21.17	15.71	10.71
		22.5	2'		148	171	174	151	125	107	98	95		15.98	23.17	25.79	20.11	14.34	10.16
		3'																	
鍛 錬 者	F	30.0	no	75	130	154	164	152	116	102	100	100	4.78	13.35	29.76	35.27	22.59	15.26	10.40
		31.0	2'		144	158	165	145	108	96	94	95		20.40	25.71	30.69	20.50	13.34	8.26
		30.0	3'		135	159	166	148	110	98	96	95		18.53	22.35	33.52	20.06	13.65	10.03
鍛 錬 者	D	30.0	no	63	107	123	125	118	84	70	70	72	4.80	17.14	22.99	31.26	25.24	14.44	9.58
		32.0	2'		120	133	137	110	66	62	61	62		15.47	23.90	26.65	20.59	14.59	8.55
		31.0	3'		113	133	140	122	78	64	62	66		16.84	21.39	25.46	19.66	12.75	9.13
鍛 錬 者	Fj	22.0	no	61	106	132	142	124	89	88	87	84	4.53	11.28	23.08	25.12	18.19	13.90	10.50
		2'																	
		23.0	3'		117	140	144	118	79	74	77	80		14.11	22.21	21.33	23.65	12.39	8.83

酸素摂取率について, 鍛錬者と非鍛錬者とを比較すると,

本運動時: 第1図に示めされるように, 鍛錬者(D), 非鍛錬者(K)の心拍数は, 両者とも運動中の全経過を通して W-up をした時の方が2分 W-up, 3分 W-up とともに no W-up のときよりも高く, 又2分 W-up と3分 W-up の比較では, 3分 W-up のときの方が心拍数は高い.

肺換気量は第1図に示めされているように, 鍛錬者(D)では, W-up した時の方が2分 W-up, 3分 W-up をおこなった時とも低い値をとって

る. これに反して, 非鍛錬者(K)では2分 W-up 後の昇降運動時には, no W-up より低値をしめしているのに対して, 3分 W-up 後の昇降運動では逆に no W-up の時よりも著しく値が高い.

昇降運動時の酸素摂取率は第2図に示めされている. 鍛錬者(D)では, W-up した時の方が no W-up 時より高い値をしめすが, しかし非鍛錬者(K)の場合には, 2分の W-up では酸素摂取率は高い値をしめしたが, 3分 W-up 後の時には逆に低い傾向がみられる.

回復期: 心拍数は鍛錬者(D)では, W-up し

心拍数, 肺換気量・酸素摂取率の変動

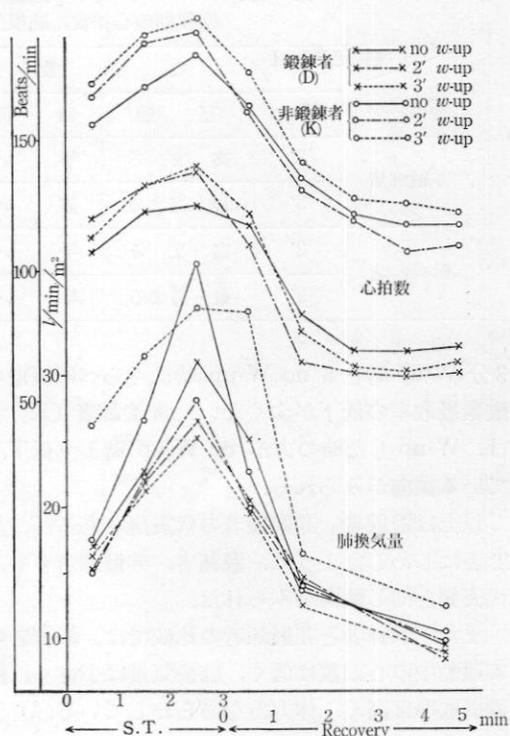
安静	酸素摂取率					
	S.T.			回復		
	1'	2'	3'	1'	2'	5'
25.0	50.0	47.0	42.0	41.0	26.0	25.0
	48.0	48.0	48.0	41.0	26.0	25.0
	52.0	43.0	42.0		29.0	22.0
34.0	49.0	48.0	39.0	38.0		23.0
	41.0	44.0	46.0	41.0		21.0
24.0	44.0	43.0	37.0	38.0	38.0	39.0
	39.0	45.0	40.0	34.0	20.0	21.0
32.0	42.0	28.0	27.0		23.0	21.0
	49.0	47.0	46.0	35.0	32.0	29.0
	43.3	53.0	40.0	37.0	26.0	26.0
	42.0	56.0	49.0		30.0	27.0
	47.0	57.0	43.0	35.0	29.0	27.0
41.0	53.0	42.0		43.0	34.0	23.0
	52.0	51.0	48.0	36.0	35.0	27.0
	54.0	53.0	50.0	39.0	34.0	26.0
37.0	37.0	45.0	50.0	49.0	35.0	26.0
	57.0	62.0	56.0	49.0	36.0	28.0

た時の方が, no W-up より 2分 W-up, 3分 W-up ともに回復が早い。

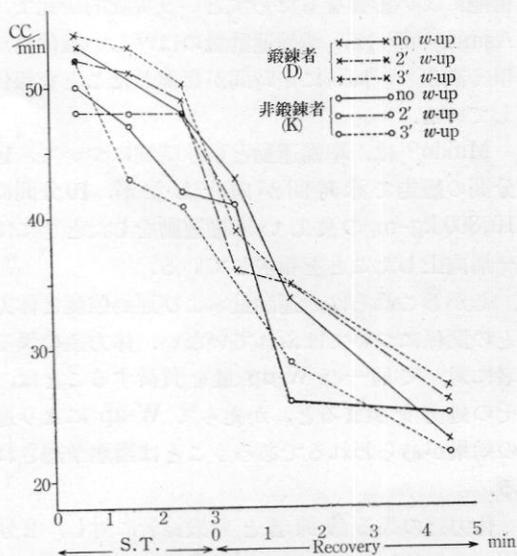
非鍛錬者 (K) では 2分の W-up では no W-up 時より回復が早い, 3分 W-up では遅くなっている。

肺換気量は鍛錬者 (D) は, 2分 W-up, 3分 W-up 何れも no W-up 時より回復が早く, 非鍛錬者 (K) は 2分 W-up では no W-up 時より回復が早い, 3分 W-up 時には, 逆に no W-up 時より回復が遅くなっている。

酸素摂取率では, 鍛錬者 (D) は 2分 W-up,



第1図 no W-up, 2分 W-up, 3分 W-up 後の本運動時, 回復期における心拍数, 肺換気量 (代表例)



第2図 no W-up, 2分 W-up, 3分 W-up 後の本運動, 回復期における酸素摂取率 (代表例)

第2表 no W-up 後の本運動時、回復期と比較して、W-up 後本運動時、回復期の心拍数、肺換気量、酸素摂取率の変動の一般的傾向

測定項目		心拍数		肺換気量		酸素摂取率	
被験者	W-up	運動	回復	運動	回復	運動	回復
非鍛錬者	2'	高まる	早い	少い	早い	高い	高い
	3'	最も高まる	遅い	最も多い	遅い	高い	低い
鍛錬者	2'	高まる	早い	最も少い	早い	高い	高い
	3'	最も高まる	早い	少い	早い	高い	高い

3分 W-up 時とも no W-up 時にくらべ回復期の酸素摂取率の低下がすくない。非鍛錬者 (K) では、W-up した時の方が no W-up 時より低下している傾向がみられる。

以上は鍛錬者、非鍛錬者の代表例であるが、第2表にしめたように、鍛錬者、非鍛錬者とも、代表例と同じ傾向がみられた。

また、鍛錬者と非鍛錬者の比較では、鍛錬者の本運動中の心拍数は低く、肺換気量は小さく、酸素摂取率は高く、体力差をあらわしている。

IV 考 察

本運動をおこなう前に予め準備運動をおこなうことは、本運動の“できばえ”をよくし、身体諸機能によい影響をもたらすという実証的研究で、Asmussen²⁾ は、準備運動量のはげしい程体温が早く高まり、同時に走時間が短縮したことを報告している。

Muido⁴⁾ は、準備運動と競泳時間について、10分間の緩走で泳時間が向上したが、10分間に10,800 kg-m の激しい準備運動をしたときには一層向上したことを報告している。

しかしこれらは、運動量および運動強度と体力との関係についてはふれていない。体力差の異なる者に対して同一の W-up 量を負荷することは、その処方を実行すると、かえって W-up により逆の効果があらわれるであろうことは当然予想される。

体力差の異なる鍛錬者と非鍛錬者に対し、2分 W-up をおこなった時の本運動時と回復期の心拍数、肺換気量、酸素摂取率の変動についてみると、本運動時においては、両者ともに no W-up 後よ

り、心拍数は増加の状態をしめし、肺換気量は減少し、酸素摂取率は高い値をしめた。また回復期には、心拍数、肺換気量とも no W-up の時より、早い回復がみられ、酸素摂取率は高い値をしめす。

これは、W-up によって呼吸循環機能が高まり適度に代謝過程の亢進が起って、運動の適応現象ができていところに本運動がおこなわれたものと考えられ、本運動中酸素摂取の効率が no W-up 時より高く、負荷された運動が楽に遂行できた事をしめすもので W-up の効果が明らかに提示されたものと考えられる。

この点について、著者の実験成績と呼吸循環機能を指標とした同じような実験結果を得ているものとして、400 m 走による呼吸数、心拍数の変動を no W-up と W-up をおこなった場合とを比較し、W-up をおこなった時の方が、400 m 走直後と回復期に no W-up 時より、呼吸数、心拍数の回復が早く、また自転車エルゴメーターを用い、同一運動を負荷した時の酸素消費量は、W-up したときの方が、no W-up 時より少ない酸素消費量で同一の仕事量をなし得たという阿久津^{6) 6)} の報告がある。

次に規定された本運動に対し、3分 W-up をおこなったときの、本運動時、回復期の心拍数、肺換気量、酸素摂取率の変動をみると、鍛錬者と非鍛錬者の間に異った様相がみられた。鍛錬者では、本運動時、回復期とも2分 W-up をおこなったときと同じような W-up 効果がみられたが、非鍛錬者では、鍛錬者にくらべて本運動時の心拍数は著しく高く、またその回復は no W-up 時よりも遅かった。no W-up 時にくらべ肺換気量は本

運動時、回復期ともに多く、酸素摂取率は本運動時、回復期ともに低い値をしめした。飯塚⁷⁾は、1分間20回の膝屈伸運動3分間実施の規定運動で鍛錬者と非鍛錬者に対し、no W-up の時と、W-up をおこなった時の、本運動時と回復期の肺換気量と酸素摂取量を測定し、鍛錬者では、本運動時、回復期に、W-up をした時の方が、no W-up 時よりも、肺換気量、酸素摂取量が少なく、非鍛錬者では、鍛錬者と逆な成績をえており、これは著者の成績と一致するものである。

W-up をおこなう場合には、呼吸循環系の働きを適度に鼓舞し、極端な酸素負債を導くことなく身体全体としての酸素摂取効率をもっとも高い条件にしておくようにして本運動に入るのが、呼吸循環機能の面からみた最も合理的な W-up のとりかたであると考えますが、本研究で3分間 W-up をおこなったときに、非鍛錬者で本運動時において、心拍数が鍛錬者よりも著しく高く、また no W-up 後にくらべ、3分 W-up 時の換気量の増大、酸素摂取効率の低下をしめしていることは、非鍛錬者は、本運動に入ったときにすでに疲労現象を起していたものと推定される。鍛錬者では、3分 W-up でも呼吸循環機能の適応が高められた状態で負荷された運動に入ることができたのに対し、非鍛錬者が逆な成績をしめしたことは、体力差を考慮した W-up の処方⁸⁾の必要性を提示するものである。

V 要 約

Warming-up の適正処方⁸⁾の手がかりを得るために、体力差の異なる者に対して、同一強度の運動を同一時間おこなったときに、その前におこなった Warming-up の量が、本運動時、回復期の呼吸循環機能に及ぼす影響について検討した。

その結果は次のとおりである。

1) 3分間の踏台昇降運動に対し、Formal W-up 2分間おこなったときの本運動時、回復期の

呼吸循環機能に及ぼす影響をみた結果、鍛錬者、非鍛錬者ともに no W-up のときにくらべ、本運動時、回復期の肺換気量は少なく、酸素摂取率は高値をしめし、効率よく運動を遂行させることをしめした。

2) 3分間 W-up をおこなったときは、鍛錬者では、W-up 効果がみられたが、非鍛錬者は、no W-up 時より肺換気量が増大し、酸素摂取率の低下がみられ、むしろ W-up の逆効果となつてあらわれた。これは W-up の負荷が過量であったため疲労現象を起したことに原因しているものと考えられ、体力を考慮にいれた W-up をおこなう必要性をしめしている。

3) 以上の結果、非鍛錬者に、鍛錬者と同量の W-up を課することは、W-up によって却て逆効果をしめす場合もある。したがって本運動によく順応できる W-up 量の処方⁸⁾が大切である。

この論文をまとめるにあたり、東京大学助教授 広田公一博士のご指導とご校閲に深甚なる感謝をささげるとともに、この研究に絶大なご協力を下さった、東京大学遠藤郁夫教官、丹羽昇教官に心から感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) Morehouse, L. E. and Miller Jr. A, T.: Physiology of Exercise. 1, 30-31, 1953.
- 2) Asmussen, E. and Boje, O.: Body Temperature and Capacity for Work. J. Physical Education. 42, 48-66, 1950.
- 3) 伊藤稔, 八木保: Harvard Step Test 変法による男子学生の循環機能検査法について. 体育学研究, 9, 1, 78, 1964.
- 4) Muido, L.: Influence of body temperature on performance in swimming. Acta Physiologica scandinavica, 12, 102-109, 1946.
- 5) 阿久津邦男: ウォーミングアップの生理 I. 体育科教育, 7, 3, 42-49, 1959.
- 6) 阿久津邦男: ウォーミングアップの生理 II. 体育科教育, 7, 5, 68-71, 1959.
- 7) 飯塚由之: Warming-up の生理学的研究 (その 2) Warming-up の運動代謝に及ぼす影響について. 体力科学, 13, 4, 198-201, 1964.

Study on the Effects of Warming-up on Trained and Untrained Subject

by

AKIRA YAMAGUCHI

In order to clarify the relationship which may exist between the different grades of warming-up and the levels of physical condition, the author studied the effects of warming-up on the respiro-circulatory function during exercise and in recovery. The exercise was the step test, 3 minutes in duration and the warming-up was in formal type, for a period of 2 minutes. The results are as follows:

1) Both trained and untrained revealed, during and after the exercise, the smaller volumes of pulmonary ventilation and the higher oxygen removal than that of those control

persons who took no warming-up before exercise.

2) When the duration of the formal warming-up was extended to 3 minutes, however the untrained revealed the larger volumes of pulmonary ventilation and the lower oxygen removal, as compared with those of the control persons.

The author concludes that warming-up should be administered with care in accordance with the levels of physical condition, otherwise, improper warming-up may bring about undue body fatigue.