

長距離走のウォーミングアップに 関する基礎的研究

永井 純・杉山 喜一・前河 洋一*
関岡 康雄・藤田 紀盛・石原 昭彦

A Basic study on the effect of warming-up on long-distance running

Jun NAGAI, Kiichi SUGIYAMA, Youichi MAEKAWA
Yasuo SEKIOKA, Tatsumori FUJITA and Akihiko ISHIHARA

The purpose of this study is to determine the affect of various warming-up methods on long-distance running, and to clealy indicate the most effective type of warming-up exercises for long-distance events.

1. Subject: Seven male, long-distance runners were asked to run one of two trials. Trial A consisted of a 1000 meter run (3 subject), and trial B consisted of a 10, 000m run(4 subjects).

2. Experimental Groups: Three experimental groups were created, 1)doing no warm-up exercises, 2) jogging 10 mins. as warm-up, 3)jogging for 30 mins. as warm-up, and the affect and effecticeness of each on post running body condition was analyzed.

3. Analysis: Post-Running body condition was evaluated using thermography to test skin temp-rature of the lower leg, a musclure tensiometer to determine musclure tension in the lower leg, and a heart-rate-meter to determine heart rate.

Analysis of data indicated that of the three warm-up methods, no warm-up, 10mins. jog and 30mins. jog, the most effective warm-up method was a 30 mins. jog.

研究目的

近年、長距離走の競技人口はその競技数の増加に伴い増加の傾向にある。特にマラソンは世界的ブームとなっている。競技としての長距離走に限らず、「ジョギング」や「健康マラソン」として、長距離走が世界的に普及してきた。かつての長距離走は、耐久力のレースとして持久力のみが重要視されていた。しかし、1969年D.クレイトンがマラソンにおいて、2時間08分33秒6を記録して以来、マラソンはスピードの要素が必要となり、1982年に2名、1982年に1名、1983年には5名が2時間08分台を記録した。松井は⁴⁾「マラソンはスピード化されると共に、スピードの持続化にすすみつつある。」

と述べているし、高橋は¹⁷⁾「近代マラソンは耐久力レースではなく、スピードを争うレースに変質したためにトラックにおける5000m, 10000mの記録が大きく影響する。」と述べている。ロサンゼルス・オリンピック大会のマラソンにおいて上位入賞者のすべてが、10000mの上位ランカーであることは、これらを証明しているといえる。過去のマラソンでは、レースの前半を、ウォーミングアップのつもりで走れ、ときえ言われていたが、今日のようなスピードレースでは、たとえマラソンであっても、ウォーミングアップを行わなければ、レースに対応できない。

Ozolin.H.P⁹⁾によれば「スポーツのウォーミングアップは、すでに2500年前の古代ギリシアにおいても利用されていた。今日では、スポーツのあら

* 国際武道大学

ゆる場面でウォーミングアップが行なわれているが、その内容については、スポーツの種目や選手の特性によって内容が異なり、また競技日の心身の状態や、気温、湿度などの外的環境に左右されている。」と述べている。

ウォーミングアップの効果については、従来から様々な方法で研究が^{2,6,8,9,10,15)}なされてきている。これらをまとめると、1.体温(直腸温・筋温)の上昇。2.運動能力の向上。3.障害の予防。4.神経筋系の働きを高める。5.呼吸・循環機能を高める。6.柔軟性を増す。7.心理面での準備。等となる。

長距離走のウォーミングアップは、実際の競技で行う運動を基本にした特殊ウォーミングアップと、本運動や本競技において身体の各組織や器官が早く、有利に適応するために行う一般的ウォーミングアップに分けることができる¹³⁾。ジョグは、一般的ウォーミングアップであるが、長距離走者にとっては、競技に直接関係する動きであるために特殊ウォーミングアップの要素も多分に含んでいる点が特徴である。従って、その内容についても、他の競技種目ほど複雑ではないと思われる。しかし、長距離走の種目は、トラック競技の5000mから42.195kmのマラソンまで、その距離は非常に範囲が広く、それぞれの種目(距離)に応じて身体を適応させなければならない。例えば、ラスト・スパートなどが要求されるトラック競技においては、最大酸素負債能力は無視することのできない要素であり、最も距離の長いマラソンにおいては、最大酸素摂取能力を発揮しやすい状態にすることが、より重要になってくる。また走行距離と運動時間が長いこれらの種目においては、外的環境が記録に及ぼす影響は大きく、運動による身体への負荷も体温調節や筋肉にかなりの変調をきたすと考えられる。従って、ウォーミングアップにおいてはこれらの要素を考慮し、各種目(距離)の特徴に応じたウォーミングアップを行う必要があると思われる。

環境温と体温調節について、河合¹²⁾はマラソンと体温の関係を述べている。それによると、「マラソンを2時間20～30分で走るとき、熱のバランスが保てるのは気温15℃の場合であり、20℃では熱がこもって1時間後には約1.5℃、25℃の場合では、2.1℃体温が上昇して、1時間以上もこのスピードは維持できない。また、気温が5℃のときは、逆に体温は1時間後に4.4℃下がる。」とされている。このよう

に長距離走においては、環境温の影響が非常に大きく、身体の体温調節と長距離走の能力の関係は無視することができないと考えられる。一方、猪飼らは⁹⁾運動能力について、「運動に直接関係している筋肉の働きの増大するかどうか、という問題を解明することが一番大切である。」として「同じ強度の運動を行わせてみて、ウォーミングアップを行わない時と、行った時と、どちらが効率よく運動を行うことができるかを比較する。」ことをあげている。また紺野¹⁶⁾は「優秀選手が良いコンディションの時は、非常に柔軟な筋肉である。」として、筋硬度が運動能力に影響を及ぼすことを示唆している。これらのことから、皮膚温や筋硬度は身体の状態や運動能力を判断する指標になると考えられる。

そこで本研究では、これらの指標をもとにして、長距離走者のウォーミングアップと、ウォーミングアップ後の運動が身体に及ぼす影響を明らかにし、ウォーミングアップの効果と、効果的なウォーミングアップの方法についての基礎的知見を得ることを目的とした。

研究方法

1. 期間

昭和58年11月中(6日間、午後2時～5時)においてすべて行った。

2. 実施および観察場所

筑波大学陸上競技場、筑波大学体育科学棟

3. 被験者

筑波大学陸上競技部員の長距離を専門としている健康男子7名であり、被験者の特性は表1.に示した。なお7名の被験者は、

(1) A 試行群(1000m群)3名と、(2) B 試行群(10000m群)4名とに分けた。

表 1 被 験 者 の 特 性

被験者	身長 (cm)	体重 (kg)	年齢 (才)	競技歴 (年)	最高記録	
					5,000M (分秒)	10,000M
S. Y.	165	55	20	8	14. 18. 3	29. 36. 4
M. Y.	165	56	21	8	14. 56. 0	31. 03. 7
M. N.	176	59	21	8	15. 07. 9	31. 29. 5
Y. M.	171	60	20	5	14. 58. 6	30. 46. 2
T. T.	170	53	23	10	15. 06. 4	30. 51. 8
N. S.	164	53	19	6	15. 24. 6	31. 55. 0
H. S.	165	54	20	4	15. 05. 9	32. 12. 4

4. 実験試行

表2. ウォーミングアップについて

①ウォーミングアップを行わない(以下W-upなしとする)
②10分jog + 体操+100m w.s×3(以下10分jog とする)
③30分jog + 体操+100m w.s×3(以下30分jog とする)

の3試行をとり挙げ、それらを、

- (1) A試行として1000m全力走
- (2) B試行として10000mペース走 (36分) の前に実施した。

5. 測定および分析

1) 心拍数

瞬時値心拍計により、安静時(以下Controlとする)、ウォーミングアップ直後、A試行およびB試行直後に測定した。

2) 下肢皮膚温

日本電子社製サーモビュアJTG-MCにより、Control, ウォーミングアップ直後、A試行およびB試行直後に、下肢前面と下肢後面のサーモグラムを立位姿勢のリラックスした状態で、ポラロイドカメラによって撮影した。その写真から、次の部位の皮膚温を、補正温度写真の温度帯域より読みとった。図1はその一例である。

下肢前面

- a. 大腿直筋 b. 外側広筋 c. 内側広筋
- d. 膝蓋部 e. 前脛骨筋 f. 脛骨下端部

下肢後面

- g. 大腿二頭筋 h. 膝窩 i. 腓腹筋内側
- j. 腓腹筋外側 k. アキレス腱

3) 下肢筋硬度

筋硬度計によりcontrol, ウォーミングアップ直後、A試行およびB試行直後に、

- a. 大腿直筋 b. 外側広筋 c. 前脛骨筋
- d. 腓腹筋

について、伏臥位および仰臥位で全身の力を抜いた状態において2回ずつ測定した。

一点の筋硬度を測定する際、徐々に圧力を加えるに従って、筋硬度計は3段階の数値を示す。本実験では、3段階の数値を合計した値を、その点の筋硬度として扱うことにした。測定部位は次の通りである。

下肢前面

- a. 大腿直筋 b. 外側広筋 c. 前脛骨筋

下肢後面

- d. 腓腹筋

4) 1000m全力走の記録

- ① 各被験者の記録の比較。
- ② W-upなし, 10分jog, 30分jogそれぞれにおける記録の比較。
- ③ 200mごとスプリットタイムについて。
- 5) 10000mのペース
36分で走るように400mごとのスプリットタイムを被験者に知らせた。

6) 温度・湿度

エース社製鋭感温湿計を用いて測定した。気温は外気11℃~17℃, 湿度は45%~65%の範囲であり、観察記録室では19℃±2℃の範囲であった。

7) 下肢疲労部位についての意識調査を、毎回

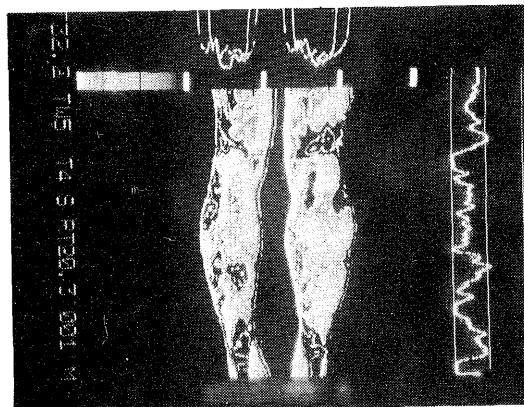


図1 下肢のサーモグラム例

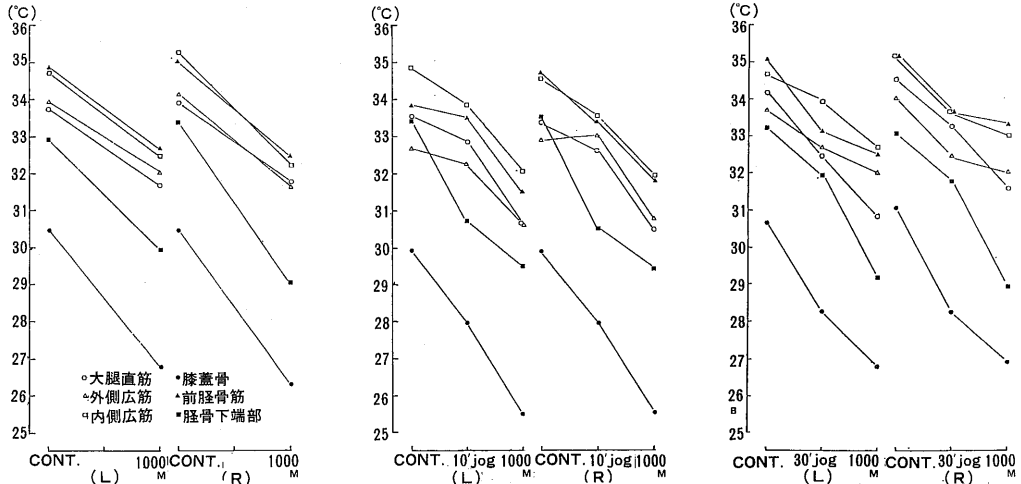


図2 被験者3人の下肢前面平均皮膚温 (a 試行) W-upなし
 被験者3人の下肢前面平均皮膚温 (a 試行) 10分jog
 被験者3人の下肢前面平均皮膚温 (a 試行) 30分jog

の実験終了後に行った。

7. 実験における条件と測定の限界

皮膚温の測定は、サーモグラフィの問題点として発汗を伴わないことが必要である。従って、本実験は発汗が少なく、しかも長距離走に適した条件であると思われる時期(11月)に行った。一方、皮膚温と筋硬度は運動中の測定が不可能であるために、運動直後に測定し、心拍数も運動直後に測定した。風力、風向等は計測しえなかったため、体表熱放散について考察することはできなかった。

結果と考察

1. A 試行について

1) 下肢皮膚温

図2.被験者3名の下肢皮膚温の平均を下肢前面の部位について示したものであり、図3.は下肢後面について示した。それによると膝蓋部ではW-upなし、10分jog、30分jogそれぞれにおいて低下し、1000m 走直後にはcontrolよりも4~5°C低下した。また脛骨下端部も4°C前後の低下を示したが、その他の部位は2~3°Cの低下であった。

Clark.R.P¹⁴⁾らは「皮膚温は走り始めるとすぐに低下し、15分以内に安定する。」とし、「全体的に5°Cの低下で、ランニング前の分布とは異なったパターンを示す。また活動筋上は骨上よりも2~4°C高い。」としている。岩谷⁵⁾らは「皮下脂肪の多い臀部や、血流の少ない腱などに直結している膝蓋部などは低温である。」としている。このように、膝

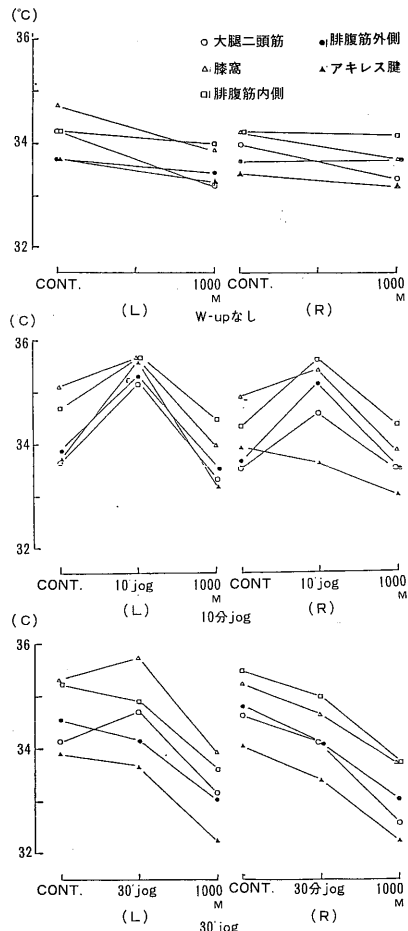


図3 被験者3人の下肢後面平均皮膚温 (a 試行)

蓋部などの皮膚温が他の部位よりも著しく低いのは、血流量が少ないことによるものと考えられる。また皮膚血流量は環境温や風速の影響によって変化することから、下肢前面が走行中に風を受け、そのために皮膚温が低下したと考えられる。前脛骨筋と内側広筋は、全ての条件において他の部位よりも高かったが、cross radiationによって、内側広筋が高くなっていると思われる。一方、下肢後面は部位間の差がほぼ2℃以内となっており、下肢前面よりも変化が小さい。膝窩部と腓腹筋内側が高くなっているが、腓腹筋の内側は内側広筋同様にcross radiationによるものとう考えられる。また下肢前面と比較して運動による変化が小さいのは、走行中に風の影響を受けにくいからであると考えられる。部位間の差が小さいのは、血流量の少ない骨上の部位がないからであると考えられる。

2) 下肢筋硬度

図4は3名の被験者の平均を、各部位について示したものである。前脛骨筋はつねに高く、その他の部位は低い値を示した。意識調査による走行後の疲労部位が前脛骨筋に多く現れており、筋硬度が高いために筋に弾力がなく、疲労しやすいと考えられる。前脛骨筋左は1000m走直後にすべての条件で上昇したが、前脛骨筋右はcontrolとほとんど変化はなかった。前脛骨筋は足だけを動かす作用があり²¹⁾、トラックが左回りのために、左足の強い動きが要求され、疲労したと考えられる。W-upなしでは、1000m走直後に筋硬度が高くなり、ウォーミングアップによって筋肉が柔らかくなるという傾向は認められなかった。しかし、腓腹筋においてはcontrolと比較して10分jogおよび30分jogのウォーミングアップを行った時の筋硬度が低

くなり、ウォーミングアップを行った時の効果が認められた。瞬発的なスピードの変化や、ラストスパートのためには、腓腹筋が柔らかい状態にあることは有効であると考えられる。

3) 心拍数の変化

Controlで60/minであった心拍数は、10分jogのウォーミングアップ後には80/min以上となり、30分jogのウォーミングアップ後には、100/min近くに上昇する。1000m走直後には心拍数が最も高くなった。阿久津¹⁾らは、ウォーミングアップの有無による1500m走の変化について、「1500m走直後の心拍数は明らかにウォーミングアップの先行した場合は少なく回復も早い。」としている。しかし本実験では、1000m走直後の心拍数に、ウォーミングアップの有無による差は認められなかった。ウォーミングアップを行わない場合、1000m走直後には心拍数がいきなり100/min前後の上昇をするが、ウォーミングアップによってある程度心拍数を上昇させておくと、1000m走直後との差は10分jogで63/min~85/min、30分jogで57/min~69/minとなる。従って、30分jogのウォーミングアップ後と1000m走直後の心拍数が最も小さく、身体への負荷に対して対応しやすいと考えられる。

表3 心拍数の変化 (a 試行)

Sub.	cont. 1,000		cont. 10分 1,000		cont. 10分 1,000			
T. T.	60	154	60	94	157	61	100	157
N. S.	60	166	66	87	172	64	99	168
H. S.	54	163	57	82	163	63	95	164

4) 1000mの記録と心拍数の関係

1000m走直後の心拍数は、前述のようにウォーミングアップの有無による差が認められなかったが、1000m走の記録は、30分jog、10分jog、W-upなしの順に良かった。ただし、sub.N.S.についてののみ、

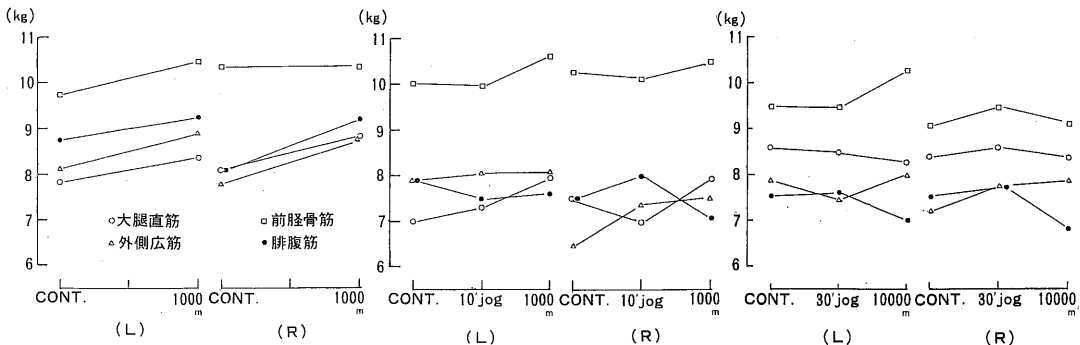


図4 No W-upでの被験者3人の筋硬度の平均 (a 試行)

10分jogのW-upでの被験者3人の筋硬度の平均 (a 試行)

30分jogのW-upでの被験者3人の筋硬度の平均 (a 試行)

10分jogよりもW-upなしの方が記録が良かった。sub.N.Sの特徴については、被験者の中で最も能力が低く、また経験が浅いため、負荷への適応力を失ったためと考えられる。以上のことから、同じ心拍数であっても、30分jogのウォーミングアップをおこなった場合の記録が最も良く、ウォーミングアップの効果認められた。

表4 1,000m走のラップタイム

sub.	条件	200 m	400 m	600 m	800 m	1000 m
T.T.	No W-up	33	1.07	1.40	2.13	2.46
	10分jog	31	1.05	1.38	2.11	2.44
	30分jog	31	1.03.3	1.35.7	2.08.6	2.41
N.S.	No W-up	31.3	1.04.8	1.38.7	2.13.0	2.47.5
	10分jog	33	1.06	1.41	2.15	2.49
	30分jog	31	1.04	1.37	2.11	2.45
H.S.	No W-up	31	1.04	1.38	2.12	2.46
	10分jog	31	1.04	1.37	2.10	2.43
	30分jog	30	1.02	1.35	2.08	2.39.5

2. B試行について

1) 下肢皮膚温

図5は被験者4名の下肢皮膚温の平均を下肢前面の部位について示したものであり、図6は下肢後面について示した。それによると内側広筋は常に高温で、これはA試行と同様cross redistionによるものと考えられる。またW-upなしの試行では前脛骨筋が、30分jogの試行では大腿直筋がそれぞれ高い値を示した。膝蓋部と脛骨下端部以外の部位は、ウォーミングアップ後に上昇した。この二つの部

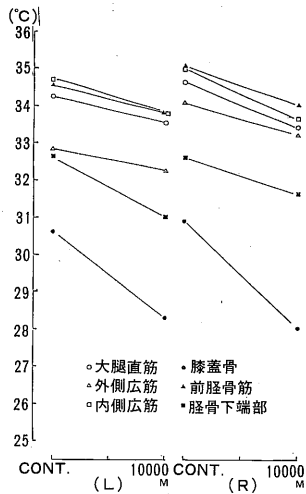
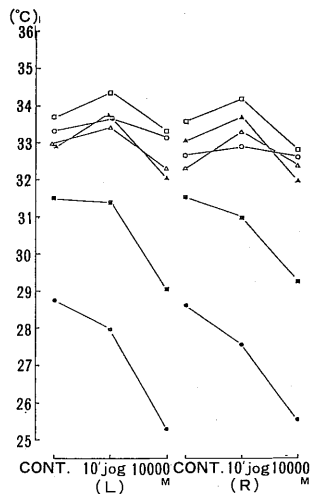
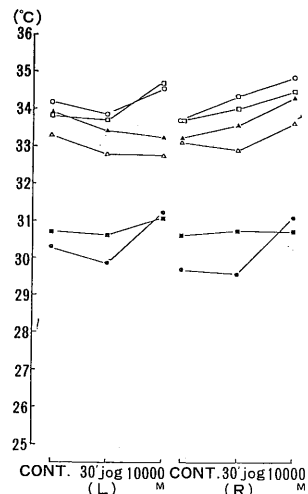


図5 被験者4人の下肢前面平均皮膚温 (b試行)



被験者4人の下肢前面平均皮膚温 (b試行)



被験者4人の下肢前面平均皮膚温 (b試行)

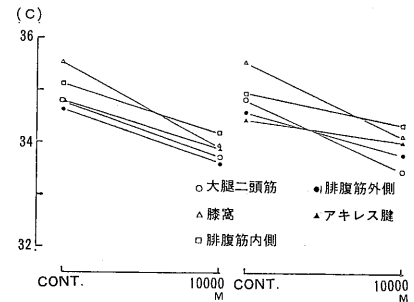
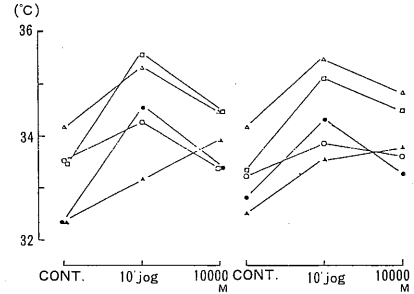
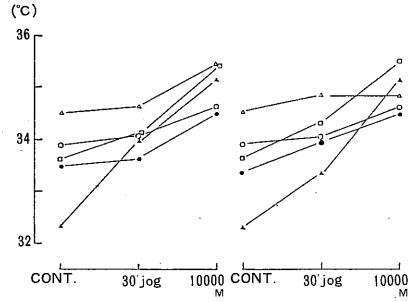


図6 被験者4人の下肢後面平均皮膚温 (b試行)

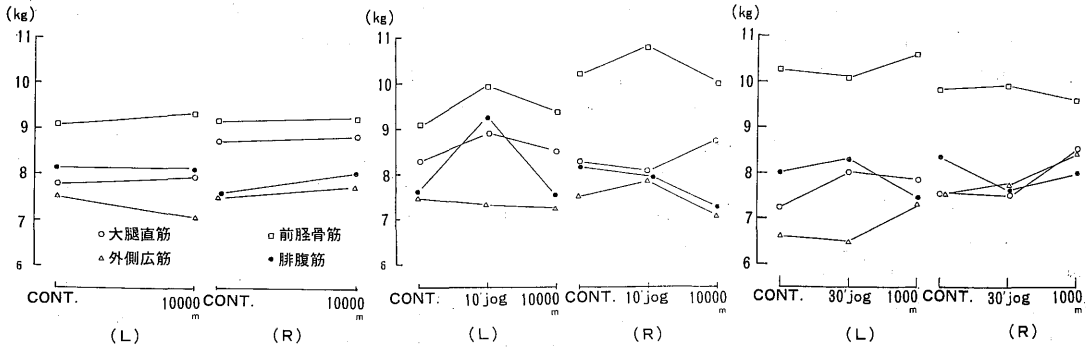


図7 No W-upでの被験者4人の筋硬度の平均 (b 試行) 10分jogのW-upでの被験者4人の筋硬度の平均 (b 試行) 30分jogのW-upでの被験者4人の筋硬度の平均 (b 試行)

位が他の部位よりも常に低く、変化の仕方も他の部位と異なっているのは、血流量の少ないと言う理由によるものと考えられる。30分jogの10000m走後には、下肢皮膚温が全体的に上昇している。このことは、ウォーミングアップによって身体が暖められ、皮膚の血流量が増大したと考えられ、ウォーミングアップの効果が認められた。下肢後面では、全ての部位にウォーミングアップ後の皮膚温の上昇が認められた。

2) 下肢筋硬度

図7は4名の被験者の平均を各部位について示したものである。W-up なしの10000m走直後には、わずかに筋硬度の上昇が認められたが、外側広筋左は、わずかに低下を示した。前脛骨筋左は、A試行と同様に10000m走直後に上昇をした。トラックは常に左回りであるために、長距離走においては、脚の筋肉への負荷に左右差があると考えられる。しかし、他の部位については、左右差がほとんど認められなかった。また、腓腹筋は、A試行と同様にウォーミングアップを行った場合の10000m走直後に、筋硬度は低下しているが、つま先立ちや跳躍の作用に腓腹筋が重要であることから、長距離走のキック時などの脚の動きを正確にするためには有効であると考えられる。

3) 心拍数の変化

sub.S.Y.は、30分jogの10000m走直後に、最も高い値を示したが、その他の被験者はW-upなしの10000m走直後が最も高い値を示した。しかし10分jogと30分jogでは10000m走直後には差は認められなかった。従って、sub.M.Y. sub.M.N. sub.Y.M.においては、ウォーミングアップによって心拍数の上昇が押えられ、ウォーミングアップの効

果が認められた。sub.S.Y.は、他の被験者と比較すると、能力が高いため、10000mを36分のペースで走るとは、他の被験者よりも負荷が小さく、ウォーミングアップの効果がなかったと考えられる。10000m走直後の心拍数は、sub. S.Y. とsub.M.Y.では多少差があるが、120/min前後であり、sub.M.Y. とsub.Y.M.では 125/min~135/min 前後であった。各被験者が、同じ距離を同じ時間で走ったにもかかわらず、心拍数に差が現れた。これは個人差があるのはもちろんだが、長距離走の経験年数が関係していると考えられる(表5)。

表5 心拍数の変化 (b 試行)

Sub.	cont. 10, 000		cont. 10分 10,000			cont. 30分 10,000		
S. Y.	50	118	60	84	116	49	92	125
M. Y.	46	130	61	81	111	50	89	113
M. N.	59	134	62	84	138	55	99	124
Y. M.	59	136	58	85	123	58	95	128

3. 意識調査について

毎回の実験終了後に意識調査を行った。それによると、A試行、B試行ともにW-upなし、10分jog、30分jogには差がなく、全ての条件において同じような部位に疲労を感じている。さらに被験者のほとんどが前脛骨筋の疲労を訴えている。疲労部位に多少の個人差が認められるが、これは体型や体格及び走法の違いによると考えられる。A試行は最大努力の運動であるのに対して、B試行は約80%努力の運動であるが、A試行の10倍の距離を走るため、運動の内容は異なるものである。従って、疲労部位に差があると思われたが、両試行間にはほとんど差が認められなかった。しかし、A試行では「脚が張った。」と感じ、B試行では「身体がほ

ぐれた。」という解答が得られた。さらに、A試行のW-upなしでは「最初は普通に走れるが、後半では身体が動かない。」「苦しい。」「ペースが上がらずラストパートがきかない。」と感じ、30分jogでは「力をだしきれた。」という解答が得られた。B試行においては、W-upなしでは「楽に走れた。」という解答であった。以上の意識調査から、とくにA試行においては、ウォーミングアップの効果が大きいように思われる。

まとめ

A試行(1000m全力走)とB試行(10000mペース走)では、パフォーマンスに相違があり、単純には比較できないが、ウォーミングアップの効果についての傾向は見る事ができる。下肢皮膚温、下肢筋硬度、心拍数の変化、意識調査等から、その傾向をまとめてみると、以下のようであった。

1) ウォーミングアップを行わなかった場合、下肢皮膚温は1000m走直後、10000m走直後のいずれにおいても低下した。

2) 30分jogのウォーミングアップを行なった場合、10000m走直後に下肢皮膚温はウォーミングアップ後よりも高くなった。

3) ウォーミングアップの有無にかかわらず、1000m走直後に下肢皮膚温は低下した。

4) ウォーミングアップ後、下肢前面の皮膚温はや、低下したが、下肢後面の皮膚温は上昇した。

5) 下肢前面の皮膚温は部位間の差が大きく、膝蓋部は最も低かった。

6) ウォーミングアップ後に筋硬度が低くなるという傾向はみられなかった。

7) ウォーミングアップの有無にかかわらず、1000m走直後に下肢筋硬度が高くなったが、腓腹筋はウォーミングアップを行った場合の1000m走及び10000m走後に筋硬度が低くなった。

8) 前脛骨筋の筋硬度は全ての条件において高く、また前脛骨筋左は全ての条件で、1000m走直後及び10000m走直後に筋硬度が低くなった。

9) 1000m走直後の心拍数は、ウォーミングアップの有無に関係なく、ほぼ一定であった。

10) 10000m走直後の心拍数は、ウォーミングアップを行わなかった場合が最も高かった。

11) 10分jogのウォーミングアップ後よりも、30分jogのウォーミングアップ後の心拍数の方が高かった。

12) 1000m走の記録は、30分jog、10分jog、W-upなしの順に良かった。

13) 意識調査から、ウォーミングアップの有無にかかわらず、疲労部位についてA試行B試行間に差はみられなかった。

14) 意識調査からウォーミングアップの有無により、走った感じに差がみられた。

これらから、長距離走(1000m全力走、10000mペース走)においては、W-upなし、10分jog、30分jogの3条件を比較した場合、30分jogのウォーミングアップが最も効果的であるという結論が得られた。

今後の課題

本研究では、長距離走にとって最も好都合な外的環境条件の整った時期において、ウォーミングアップに関する実験を行った。しかし、長距離走の競技会は一年を通して実施されており、効果的なウォーミングアップは様々な環境条件に応じたものでなければならない。

今後は、それぞれの気候に応じた効果的をウォーミングアップについて研究を進め、さらには種目や選手の能力についてもふれる必要があると思われる。

参考文献

- 1) 阿久津邦男：「ウォーミングアップの生理」体育科教育7, 1959
- 2) ASMUSEEN E.B.O「Body temperature and capacity for work」Acta physiologica scandinavica 10z 1945
- 3) 猪飼道夫・杉本良一・石河利寛：「スポーツの生理学」同文書院, 1960
- 4) 石川利寛・松井秀治：「スポーツ医学」否林書院, 1978
- 5) 岩谷真宏：「熱流解析による皮膚血流量の算定」医用電子と生体工学20-4, 1982
- 6) WILT.F. and ECKER. T.: International track and field coaching encyclopedia : Parker publishing company, 1970
- 7) 大貫義人他：「発汗を伴わない運動時の皮膚温について」日生氣誌16, 1979
- 8) 小川新吉・阿久津邦男：「Warming upに関する研究7」体育学研究2, 1957
- 9) Ozolin. H.P.: 「スポーツマンのウォーミングアップ」Olympia-17, 1963

- 10) Ozolin. H.P. : 「スポーツマンのウォーミングアップ」 Olympia-18, 1963
- 11) Ozolin. H.P. : 「試合前のウォーミングアップ」 Olympia-23, 1964
- 12) 河合正光 : 「マラソン競走に及ぼす環境温の影響について」 体力科学 5, 1955
- 13) 金原 勇編 : 「陸上競技のコーチング 1」 大修館書店, 1964
- 14) Clark.R.P, Mullan.B.T.and Pugh.I.G.C.E.: 「Skin temperature during running」 The journal of physiology 267, 977
- 15) Costill.D.L.: 「Distance running」: American association for health, physical education and recreation, 1968
- 16) 紺野義雄 : 「筋硬度に関する研究」 体力科学, 1952
- 17) 高橋 進・帖佐寛章 : 「中長距離」 講談社, 1974
- 18) Hoeberg.P. and Ljuggren.O.: 「The influence of warming up on running performance」 Journal of physical education 42, 1950
- 19) Miller. R.I. : 「Fundamentals of track and field coaching」 McGraw-Hill book company, 1952
- 20) Morehouse.L.E.and Miller A.T.: 「Physiology of exercise」 The C.V.Mosby company, 1967
- 21) 森 於菟他 : 「解剖学」 金原出版, 1976
- 22) 山口 晃・広田公一他 「Warning-upの効果に関する研究」 体育学研究12, 1968