

# ウォーミングアップ時の生体反応 に関する基礎的研究

瀬 戸 進

本論文要旨は日本体育学会第29回大会（1978. 12, 高知大学於）にて一部口答発表した。

## I 緒 言

防衛体力は身体の総合的体力の一環として極めて複雑多様な要因から構成されている。

ストレスやショック等の外部からの環境条件は常に皮膚表面を通して作用するものであり、特に、寒冷刺激の場合には皮膚表面温度の観察なしにはとげられないといえよう。

従来より寒冷刺激に対する防衛体力の側面を観察する中で、一部皮膚表面温度の測定も行なってきたがこれについては、まだ詳細な検討は加えていなかった。

体育運動やスポーツ活動を始める時には準備運動をし、これらの主運動の終了時には整備運動をすることが常識<sup>(5)</sup>になっている。これをウォーミング・アップ (warming-up) やクーリング・ダーウン (cooling-down) とも称している。ところで、数分間の準備運動で果して体温が上昇するであろうか。これに関して中山昭雄らの論文<sup>(6)(7)</sup>があるがここではこれを省略する。今までにも、体温の上昇ではなく、皮膚温度のウォーミング・アップであろうと推測されてきた。

皮膚温の測定については佐々木申二らの文献<sup>(8)(9)(10)</sup>がある。即ち、内臓器官、主に消化器系統にあった血液を身体末梢の皮膚表面に送り出すことによって、働く筋肉、関節などの機能を高めることだろうと思われる。ここで末梢の最先端が皮膚であることはいうまでもない。

## 2 (瀬戸)

温度感覚は主として皮膚に分布する知覚神経末端の器官であって、内臓などにおいてはこれらは認められないわけである。実際温を知覚するのは皮膚と外気に曝されているところの粘膜だけである。

温熱感覚の受容器はルフィニ小体<sup>(1)</sup>で皮膚の深い層にあり、冷感覚はクラウス小体で比較的皮膚の浅い層に存在している。これら皮膚の表面で受容器から受けた刺激は、知覚神経によって脳、脊髓系統に伝達される<sup>(2)</sup>。一般に、冷感覚は温熱感覚よりも反応ないし順応が遅く、しかも、反応が長く続く。

次に、内臓器官に主として滞留している血液を皮膚の深層部まで送って、これらを温め、温感を起させるのは、先にも述べたように準備運動の根拠であろうと思われる。即ち、この間に血液並びにリンパの全面的な循環を促すとともに、組織、特に大筋群の活動を高めるための体液の化学的性状、例えば、各種酵素、ホルモン、その他新鮮な栄養に富む血液の準備を整えるわけである。そのため、血圧が少し上昇するとともに、エネルギー源ともなる血糖やその他血液成分も活動体制に対する準備体制をしくことになる。

従って、準備運動なしに激しい運動をした場合には、運動そのものの調節性、敏捷性、巧緻性が整わないのは、いうまでもないが、同時にまた、先に述べたような身体末梢への準備<sup>(3)</sup>ができていないために、不慮の事故、障害を起す危険性がある。例えば、耐寒マラソンや水泳のときなどに、急に寒冷に曝されて激しい運動を強制されるときにも、同じように心臓を中心とする循環器系などで不測の事態を起すことのあるのも過去の実例が証明している。

このようなことから、準備運動を皮膚温などのウォーミング・アップと、それに伴う循環器系などの機能促進として捉える限り、その意義は決して小さいものではない。従来、ウォーミング・アップやクーリング・ダウンといえ、あたかも、それが全身血液循環あるいは体温の消長について考えられがちであったが、ここには多少の疑問が残る。

既報の大谷大学研究年報第30集(1-48, 1977.)に「ストレス作用要因に対応する防衛反応の研究」として寒冷刺激における循環器系の消長を中心に、一部皮膚温(手、脚)についても報告してきた。

今回は皮膚表面温度の消長を中心に、体育学的な見地から寒冷刺激時及び運動負荷時における皮膚温、体温、心拍数について観察したのでここにその一端を報告する。

## II 実験の方法

### 1 実験の対象

全て人体実験とし、被験者の年齢階層別は青年層として大学生(18~20歳)男女それぞれ5名づつの10名、中年層として体育教師(30~45歳)男女5名づつの10名とした。なお、実験の環境条件としてはほぼ室内の中等度気温(18~20°)を保つことにつとめた。その他、気流については十分に配慮し、気温、気圧も測定した。

### 2 測定部位と条件の設定

#### (1) 寒冷刺激の場合

1) ストレッサーとして5°Cの冷水を用い、作用部位は両脚下腿中程までを浸漬した。作用時間は6分間浸漬した後、直ちに退水して45分間解放し、その間の生体反応を観察した。

2) 測定の姿勢は台上椅座の水槽移動方式を採って被験者の姿勢と記録の安定を計った。

3) 測定項目として心拍数及び心拍効果指数は指尖容積脈波曲線の波幅10個の平均値より心拍数、波高10個の平均値と心拍数から心拍効果指数を求めた。測定装置は二段較正形光電式脈派計(PT-551A)に心電計を連動して、紙送りスピード1秒間に25mm、スケール4分の1で自記した。受光セル(脈波検出装置)は右手のひとさし指の指尖爪床部に光源が当るように装着した。

$$\text{分時心拍効果} = \frac{\text{被験者の波高(5個以上の平均)}}{\text{健常者の若年標準波高(40mm)}} \times \text{分時心拍数}$$

皮膚温は左手のひとさし指の指背爪根部内側と左脚腓腹部中央の冷水浸漬境界部直上の2ヶ所とした。測定器は熱電対式のNCS式皮温計(THR-C Thermistor)を用いた。

体温は舌下温とし、電子体温計(ヤガミ)を用いた。

#### (2) 運動負荷の場合

1) 運動負荷は踏台昇降運動が男子は台高40cmで5分間、女子は35cmで3分間とし、2秒に1回の昇降で1分間30回の速度とした。

2) 測定部位は皮膚温として左手ひとさし指の指背爪根部内側、左脚腓腹部中央、軀幹部の胸部中央の3ヶ所とした。各部位にエレメント部分を貼り

#### 4 (瀬戸)

付けて固定し、メーター部分は検者が介助した。特に運動負荷中両手をあまり振らないように留意した。

体温は電子体温計で舌下温とした。心拍数はプルスメーター（三栄測定）を右手ひとさし指に装着して測った。運動負荷中止後約30分間の回復の生体反応も観察した。

指標の算出方法    安静時：A    浸漬時，運動時，回復時：B  
変動値：B-A    変動率(%)： $\frac{B-A}{A} \times 100$

### Ⅲ 成績並びに考察

#### 1 方法論的検討

指尖容積脈波曲線から算出された分時心拍効果などに関連する原理と応用及び測定条件と再現性，さらに，臨床的な規準などについては，既報の「ストレス作用要因に対応する防衛反応の研究」大谷大学研究年報第30集(7-11, 1977.)に報告しているので省略する。

#### (1) 皮膚温測定と皮温計

1) 皮膚表面温度の測定方法は極めて簡単なようで，その実，充分な信頼性を得るためには厳びしい条件設定が必要である。かつてはポテンシヨメーター (Potentiometer)<sup>(19)(20)(21)</sup> のようになり大きな装置の高温度の電位差計などを使ったようだが，最近開発されたサーモグラフィー (Thermography) によって大きな進歩をとげつつある。しかし，これも体育運動の場面では適用しにくいものがある。また，体温を直腸温として肛門内で測ることに，軽便性やその他から問題がある。

今回は皮膚温の測定においてはNCS式皮温計の軽便さに着目した。即ち，このサーミスターのジャンクション (Thermopile) は銅とコンスタンタン線の接点における電位によって計測するものである。

これによって本実験をする前に，この

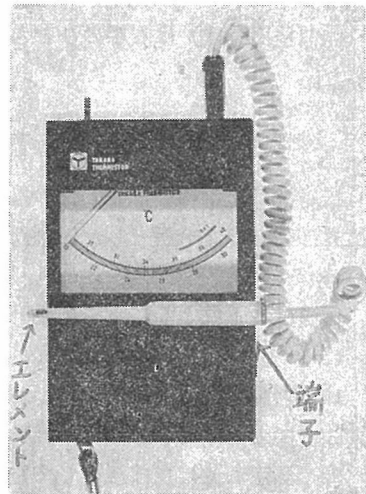


図1 皮温計 (NCS式)

器械がどれだけの実用性をもつものか、先ず、三条件<sup>(23)</sup>、即ち、妥当性 (Validity)、信頼性 (Reliability)、客観性 (Objectivity) について検討した。

2) 皮膚温の測定部位の設定に当っては手指の指尖部では東洋医学の經穴一井穴部の指背の爪根部が最も高温である<sup>(24)</sup>ことから、ひとさし指の爪根部内側の良導絡 H<sub>2-1</sub> (血管、心囊)<sup>(25)</sup>、下腿では左脚腓腹部中央の F<sub>3-7</sub> (承山—腎臟、副腎)、軀幹部では西洋医学の庄診点ともよく似ている募穴 (身体前面) の一つである、胸部の胸骨中央 (膻中)<sup>(26)</sup> の3ヶ所として系統的に方法論を統一した。

3) 妥当性とは最も信頼されているものとの比較において、その信憑性を測るもので、信頼性の最も高いものとして体温計を選び、サーミスターと共に腋下に10分間挿入しては取り出して10回繰り返した。体温計はその都度35°Cまでふり戻した。表1のような平均値、変動係数 (C V) をえ、t 検定

表1 腋下体温における妥当性

被検者 A (男)

器具	回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S. D.	C. V.	t	r
NCS		35.6	35.8	35.7	35.9	36.0	35.7	36.1	35.8	36.0	36.0	35.86	0.16	0.46	1.1	0.7
体温計		35.8	35.9	35.8	36.0	36.1	35.8	36.0	35.9	35.9	35.91	0.10	0.28			

被検者 B (女)

器具	回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$	S. D.	C. V.	t	r
NCS		35.8	35.8	36.0	35.9	35.9	36.0	35.9	36.0	36.1	36.0	35.94	0.10	0.27	1.8	0.8
体温計		36.0	35.9	36.0	36.0	35.9	36.1	35.9	36.1	36.2	36.1	36.02	0.10	0.29		

④ NCS式皮膚温度計、マツダ1分計体温計(平1号)

表2 皮膚表面温度の測定における信頼性 (右手)

被検者	検者	1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{X}$	S. D.	C. V.	t
N	S <sub>1</sub>	34.8	35.5	35.5	35.3	35.5	35.5	35.6	35.7	35.43	0.28	0.79	1.420
	S <sub>2</sub>	35.4	35.4	35.4	35.3	35.3	35.2	34.9	35.2	35.26	0.17	0.48	
	M <sub>1</sub>	35.0	35.0	34.8	35.0	35.1	35.0	35.1	35.1	35.01	0.10	0.29	1.024
	M <sub>2</sub>	35.0	35.2	35.1	34.9	34.8	34.8	34.9	34.9	34.95	0.14	0.40	

表3 皮膚表面温度の測定における客観性 (左手)

部位	被検者	検者	1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{X}$	S. D.	C. V.	S	N	
左手	N	S	35.7	35.9	35.9	35.8	35.9	35.8	36.0	36.0	35.86	0.10	0.28	S <sub>(r)</sub>	(t)	0.202
		N	35.8	36.0	36.0	35.8	35.9	35.6	35.8	36.0	35.86	0.14	0.39	N	0.515	

## 6 (瀬戸)

は1%の危険度で有意差が認められず、相関係数( $r$ )も0.7~0.8で高い妥当性が得られた。

4) 信頼性とは同一人に対して異なった時期に同一検者が同じ方法で測った場合で、表2は右手及び左手のひとさし指を8回ずつ測定した結果である。右手の検者Sの場合には平均値35.43°Cと35.26°C、また、検者Mでは35.01°Cと34.95°Cであり、1%の危険度で有意差が認められなかった。

5) 客観性とは同一被検者に対して異なった検者が測定した場合にそれらの間にほとんど同じような結果が得られることが条件となる。表3は左手に対して8回ずつの測定をし、その間における相違をも検定で吟味し、高い客観性を保有することがわかった。

### (2) 手指皮膚温の露出時と被服時の検討

#### 1) 椅座位で片手に運動負荷をした場合

①測定条件は椅座位で右手は肘掛台上に置いて安静状態とした。左手は腕を自然に垂下し、運動負荷は1秒1回のリズムで5分間前後に振った。②同一人の手指について ④両手共に露出したままの素手の場合 ⑤両手共に軍手を着用して被服した場合の二通りとした。③測定部位はひとさし指爪根部内側とし、軍手の場合は手袋の中の直接皮膚温である。④室温はやや低い15~16°Cで気流を起こさないように留意した。

2) 被験者は男子体育教師(35歳)で図2はその成績である。①安静状態の右手は素手、軍手両者共に片一方の左腕前後振の運動開始後1分から1分30秒の間やや下降するが、その後運動中2分から2分30秒で安静時に戻った。素手では運動中緩やかな上昇を続けて運動終了直後には1.5°Cも上昇した。軍手では安静時に戻った後は運動終了直後まで変化しなかった。運動終了後は両者共に急上昇に転じて、回復後2分30秒から3分頃には安静時より3.5°Cも上昇して最高に達し、しばらくプラトー状態を保っていた。

②運動負荷の左手は軍手が運動開始直後から1分の間急激に下降したが、それ以後は素手と同じ水準で緩やかな下降を3分まで続ける。運動中3分を境に素手は急激に上昇し、運動終了後2分30秒で最高に達し、安静時よりも3°C上昇してしばらく持続する。軍手は運動中はそのまま緩やかな下降を続け、運動終了時には安静時より約4°C減少したが、その後上昇曲線を描いて回復後5分で再び安静時に戻った。

③運動開始後3分まで素手も軍手も同じように下降したことは、左手を前

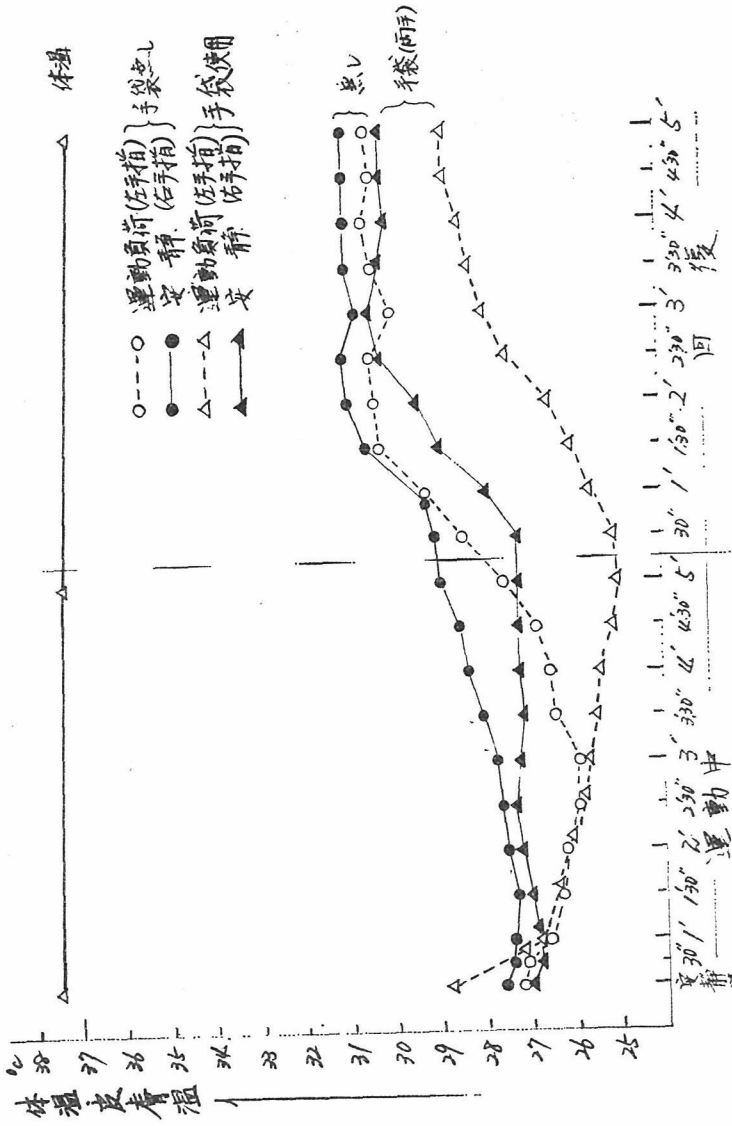


図2 T. H. (男)例; 左手の運動負荷(両手手袋・手袋無し)における両手指皮膚温(体温)の消長(室温15~16°C)

## 8 (瀬戸)

後に振り動かしたことによって起ったであろう物理的冷却作用ばかりではなさそうである。

3) 露出したままの素手よりも軍手で被服した場合の皮膚温が低かった理由 ①椅座位で腕を前後に振るという重心移動の少ない全身運動でなかったため、被服した手袋が室温 15~16°C という低い温度に維持されていた影響である。②被服に使った軍手の材質が木綿で熱の不良導体であるので、椅座位で手を前後に振る程度の運動では皮膚温に順応してこなかった。③それで皮膚温よりもむしろ大きく軍手の温度に左右され、木綿の手袋の温度に近かったと思われる。

### 2 寒冷刺激及び運動負荷による場合

#### (1) 冷水浸漬時の心拍効果, 皮膚温, 体温, 心拍数の消長

図3は青年層女子の測定値の消長であり, 図4は左脚皮膚温の年齢階層別の変動率の消長で, それぞれ5例の平均値である。

1) 心拍効果; 冷水浸漬後ただちに減少し始め, 30秒から1分間にして最低値となり, ショック相ともみられる循環血液量減退をきたした。しかも, その後カウンターショック相とも思われる急激な回復の徴候を示し, 4分間で安静時に復し, なお上昇を続けて冷水解放後10数分間も高原状態を保って, 第2期の抵抗期の様相を呈した。

2) 手指の皮膚温; かなりゆるやかな対応を示しながら下降し, 2分から3分間で最低値となり, 表4からもわかるように, 変動値で $-0.2^{\circ}\text{C}$ から $-0.8^{\circ}\text{C}$ となる。浸漬4分で安静時に復し, その後ゆるやかに上昇して, 冷水解放後変動値で $2^{\circ}\text{C}$ から $2.5^{\circ}\text{C}$ も増加し, 30分から40分間の高原状態を持続した。性別に比較するとき, 個人差はあるにせよ, 年齢階層を問わず女子が男子よりも低かったことから, 一般的な傾向として承認できるものと思われる。

3) 脚部の皮膚温; 予想に反して浸漬直後からの下降は少く, 表4からもわかるように30秒から1分で $0.5^{\circ}\text{C}$ の下降がみられたが, 女子ではほんの一時的なもので浸漬2分で, すでに平常温を上回って推移し, 図4の変動率でもわかるように冷水解放後15分まで同じ水準を保っていた。これに対し男子は図4の変動率の消長でも明らかのように, 冷水浸漬中に回復することなく, 解放後も終始マイナス値で推移していた。

これは女子が冷水刺激に対する持続的抵抗力が男子よりも大きいことを示



表 4 青年層男・女の冷水 (5°C) 浸漬時及び運動負荷の体温, 心拍数の平均測定値

項目	区別		負荷時						回復時															
	時間	分	1'	2'	3'	4'	5'	6'	8'	10'	15'	20'	25'	30'	45'									
体温	浸漬	男	36.7		36.9					36.8	36.9	37.0	36.9	36.9	36.8									
		女	37.0		37.1					37.1	37.2	37.3	37.2	37.2	37.0									
運動	浸漬	男	37.1		36.9					36.9	37.0	37.0	37.1	37.1										
		女	37.2		36.9					36.6	36.8	37.0	37.1	37.0	37.4									
手指	運動	男	32.5	33.3	32.8	32.3	32.4	33.0	33.4	33.4	34.0	34.6	34.7	34.8	34.7	34.1	34.0	34.0	34.1	34.1	34.7			
		女	29.8	29.6	29.1	29.0	31.0	31.6	31.2	31.0	30.8	30.4	29.9	29.6	29.1	29.0	30.8	31.8	32.2	32.0	33.3	32.5	29.5	
皮膚	運動	男	32.0	30.0	29.3	29.0	30.0			30.5	31.9	33.5	33.5	33.3		32.9	32.9	33.1	33.1	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9
		女	25.1	24.4	23.9	23.5				23.3	24.1	25.4	26.8	27.3	27.8	28.2	28.5	28.6	27.9	27.3	26.8	26.4	26.4	26.4
脚部	浸漬	男	31.6	31.2	31.1	31.2	31.2	30.9	30.8	30.9	31.7	31.4	31.3	31.3	31.5	31.2	30.7	31.7	31.2	31.1	30.9	30.9	30.9	30.9
		女	30.1	29.6	30.2	30.5	30.7	30.8	30.8	30.3	30.3	30.5	30.5	30.6	30.6	30.7	30.5	30.1	29.9	29.7	29.6	29.6	29.6	29.6
腕部	運動	男	30.6	29.0	28.9	28.6	28.9	29.0		29.3	29.9	30.3	30.8	31.0	30.7	30.5	30.2	30.4	30.1	30.2	30.3	30.3	30.3	30.3
		女	28.9	27.7	28.2	28.1				28.5	29.4	29.2	29.5	29.8	30.2	30.2	30.4	30.4	30.0	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5
心拍数	浸漬	男	52.9	32.5	32.5	32.6	32.7	32.8		33.2	33.3	33.5	33.5	33.3		33.4	33.2	32.9	32.9	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7
		女	53.9	33.6	33.2	32.7				32.7	32.6	32.7	32.7	32.7	32.7	33.0	33.1	33.3	33.4	33.5	33.1	33.1	33.1	33.1
心拍数	運動	男	65.4	70.7	67.1	68.5	64.4	66.2	63.8	67.5	58.6	57.9	59.1	57.8	57.9	62.3	57.0	60.8	62.4	62.7	60.9	65.2	65.2	65.2
		女	73.2	90.4	87.5	72.7	72.9	72.2	76.0	76.8	77.8	75.3	79.6	76.1	75.4	74.8	74.1	72.7	76.1	74.6	74.9	74.6	74.6	74.6
心拍数	運動	男	63.8	72.2	55.2	79.0	73.2	74.78		72.8	70.4	89.4	82.8	75.4	73.6	68.2	65.2	65.0	65.0	64.5	61.4	61.4	61.4	61.4
		女	76.0	147.5	143.0	152.5				150.8	136.3	118.0	122.3	117.3	104.5	101.3	96.5	84.5	82.3	80.3	80.3	76.0	76.0	76.0

単位: 体温, 皮膚温: °C, 心拍数: 回/分

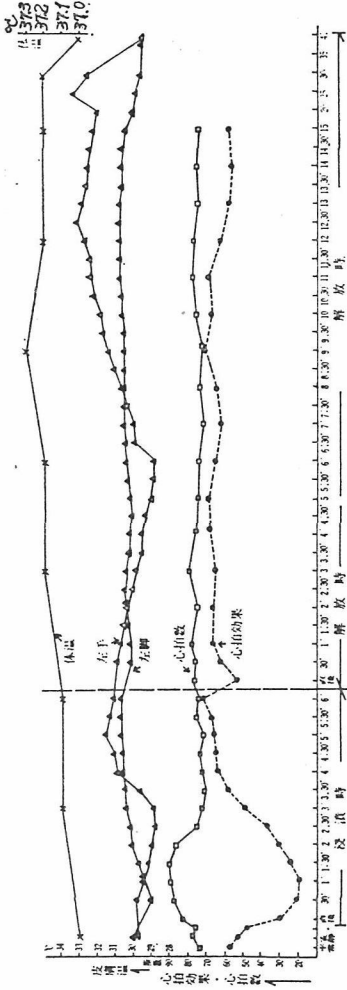


図3 青年層女子の心拍効果、皮膚温（左手、左脚）、体温の測定値の変化

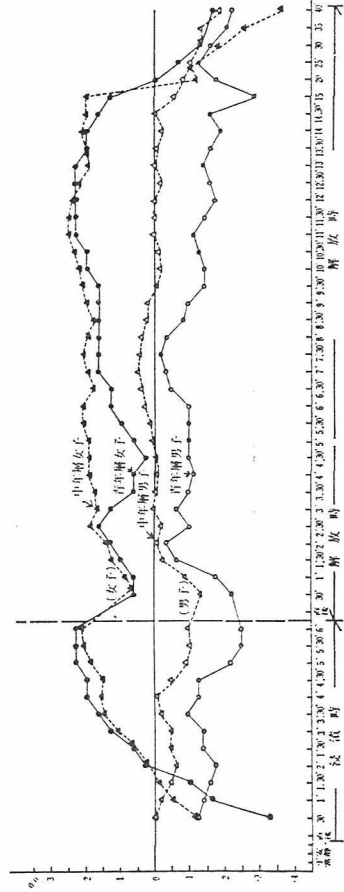


図4 皮膚温（左脚）年齢階層別男女の変動率の消長



し、冷水の直接的な伝達作用の男女差の一面とみることもできよう。さらに、推測が許されるならば、この現象は女子の皮下脂肪の厚さにも関係しているものと思われる。

4) 体温；表4及び図3にもみられるように、浸漬中に $0.1^{\circ}\text{C}$ から $0.3^{\circ}\text{C}$ の範囲でわずかながら常に上昇をみたことは、まちがいのない適応現象といえよう。しかも、これらの様相は冷水解放後ほぼ30分過ぎまで続けられていた。

5) 心拍数；心拍効果とは対称的に冷水浸漬直後から2分頃まで10から20と急激に増加するが以後減少する。表4からもわかるように男子では浸漬4分頃から冷水解放25分を経過してもマイナスの様相を示す。女子はこの間わずかながらプラス傾向で推移しているが、このことは男女の性差とも考えられる。

## (2) 踏台昇降運動時の皮膚温、体温、心拍数の消長

男子は台高を40cmで5分間、女子は台高を35cmで3分間それぞれ運動した場合である。

図5は青年層男子の冷水浸漬6分間及び運動負荷の測定値、図6は青年層女子の運動負荷の測定値、図7、8は青年層男子と女子の運動負荷時の変動値で、それぞれ5例の平均である。

1) 手指の皮膚温；男子では表4及び図5からみると、運動開始直後から3~4分まで $3^{\circ}\text{C}$ 下降するが、それ以後運動中にもかかわらず急激に上昇して、運動終了後1分で安静時に復し、3分では安静時より $1^{\circ}\text{C}$ 上昇して最高に達し、以後回復30分を経過しても定常状態を続けていた。

女子では表4及び図6からもわかるように、男子と同じように運動開始から3分までに、 $1.6^{\circ}\text{C}$ 、運動終了直後に $1.8^{\circ}\text{C}$ と下降してから急激に上昇し、2分で平常に復してから徐々に上昇曲線を示し、回復10分後には安静状態よりも $3.5^{\circ}\text{C}$ も上昇がみられた。その後ゆるやかに下降しながら45分に至って安静時に回復する傾向を示した。

2) 脚部の皮膚温；男子では表4及び図7の変動値からも明らかなように、運動中は手指とほぼ同じ様相を示した。運動開始後3分までに $2^{\circ}\text{C}$ 下降し、以後ゆるやかな上昇をして、回復3分から5分で安静時を上回るが、再びわずかなマイナス値で推移している。

女子について表4及び図6と8の変動値からみるに、冷水浸漬時とほぼ同

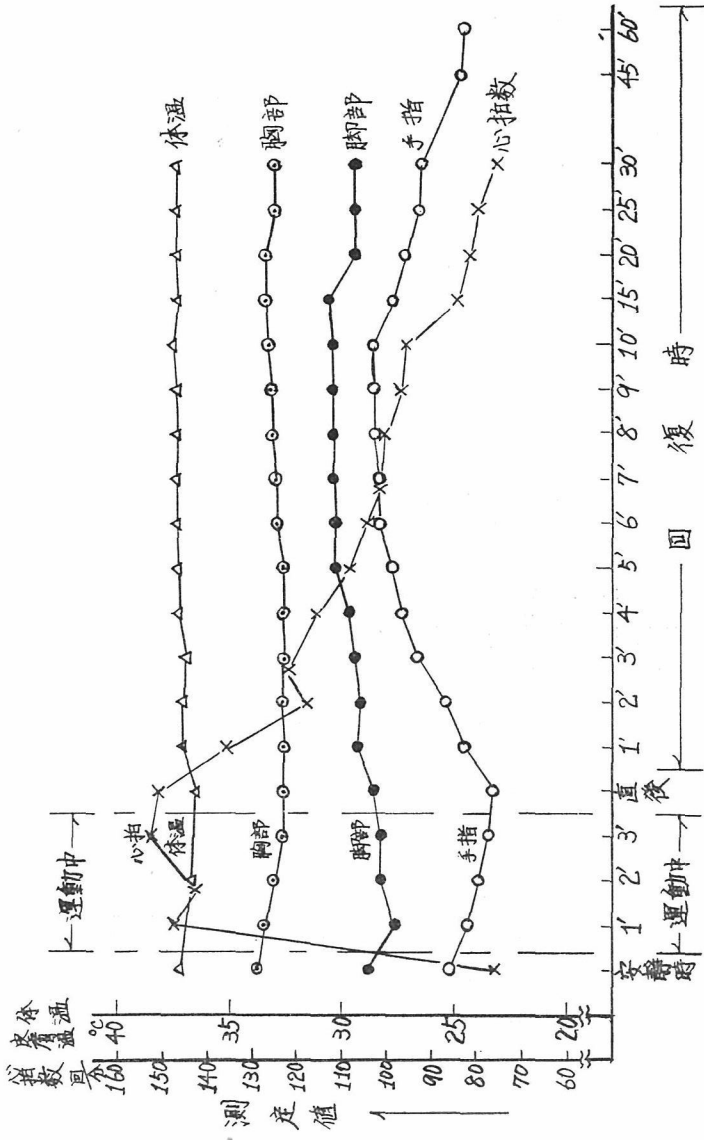


図6 青年層女子; 運動負荷 (HST, 3分間) の皮膚温, 体温, 心拍数の平均測定値の消長

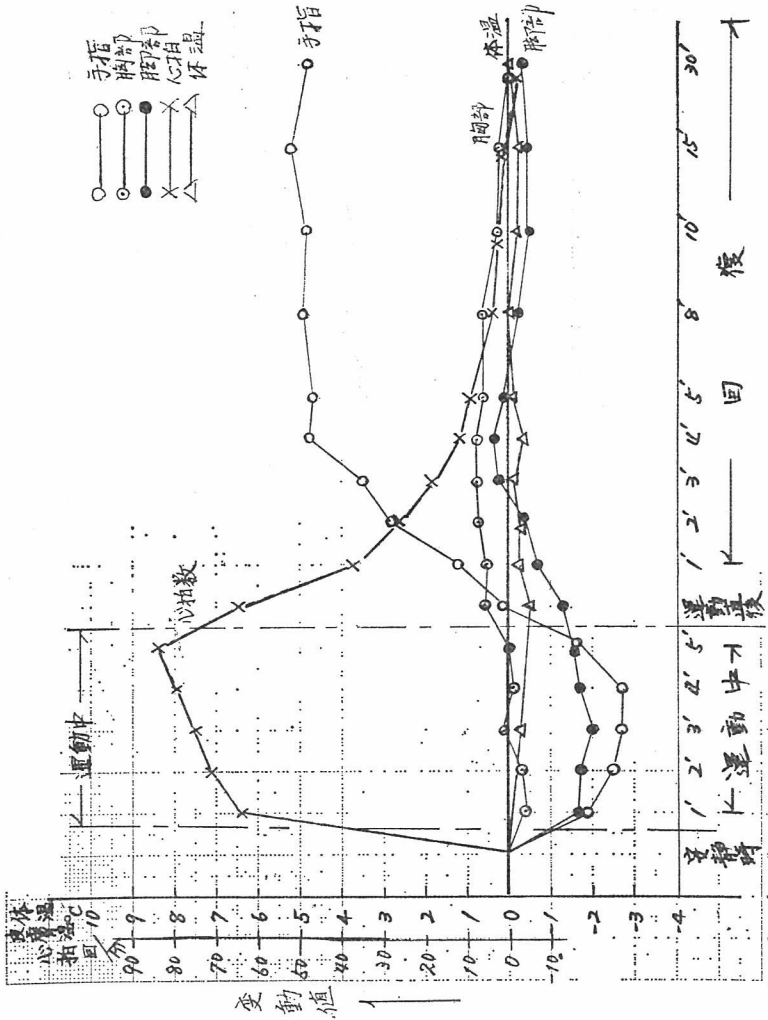


図7 青年層男子；運動負荷 (HST, 5分間) の皮膚温, 体温, 心拍数の平均変動値の消長

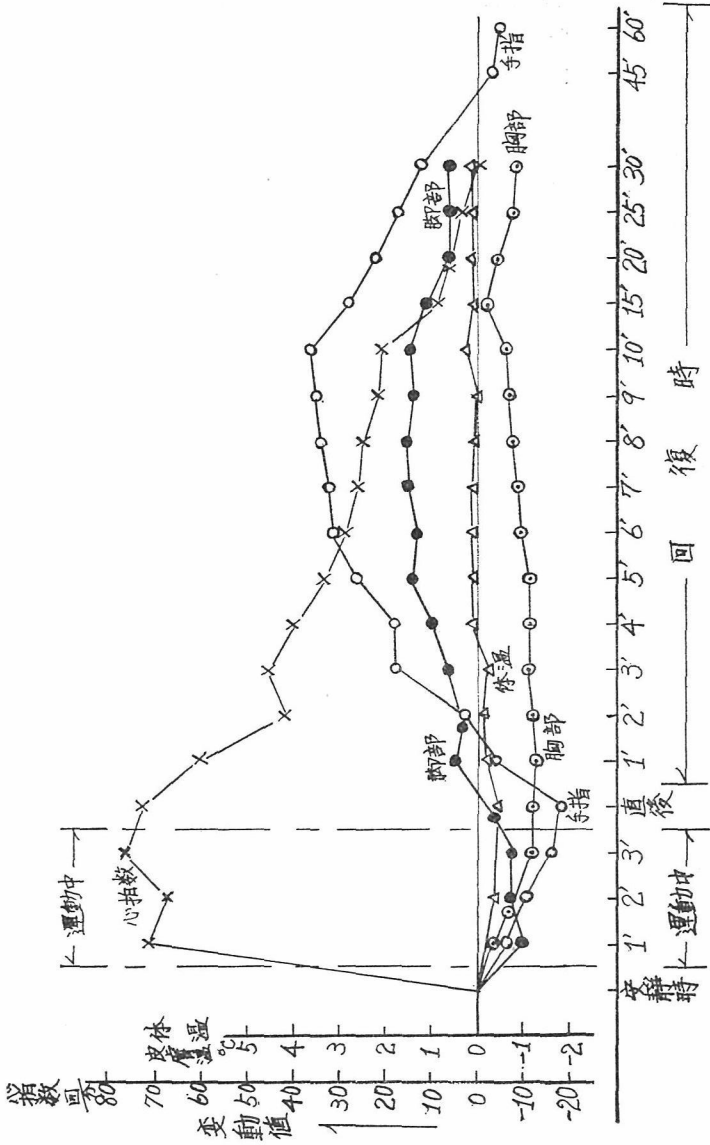


图8 青年感女子：運動負荷 (H.S.T., 3分間) の皮膚温, 体温, 心拍数の平均變動値の消長

じ様相で運動開始直後から1分で約 $1^{\circ}\text{C}$ 下降し、手指と異なって運動中に緩やかな上昇傾向を示した。回復時では手指ほどではないにしてもほとんど同じ様相を示し、1分で安静時を $0.5^{\circ}\text{C}$ 上回り、8分でプラス $1.5\text{C}$ の変動値を示して最高に達した。その後次第に下降に転じて約30分後に安静時に回復した。

3) 胸部の皮膚温；男子においては表4及び図5と7の変動値でみると運動中は極めてわずかな下降曲線を描くが、手指、脚部と同じように運動中に上昇傾向の様相を示す。運動終了直後には安静時を上回り、回復10分頃まで $0.3\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ のプラス変動値で定常状態を続けながら15分後には回復している。

女子について表4及び図6からみると、皮膚温全体の安静時温度では女子の胸部が約 $34^{\circ}\text{C}$ で最も高い。図8の変動値からみると運動中は手指と同じ下降曲線を示し、3分でマイナス $1.2\text{C}$ となった。運動終了後もほとんど上昇することなく、回復30分後でもマイナス値で推移し、男子と対称的な様相を示した。

4) 体温；男子においては表4及び図7の変動値からもわかるように運動中並びに運動終了後5分間はむしろ平常体温よりも下降する傾向がみられた。しかも、その下降あるいは上昇スタイルにはかなり個人差が現われていることに留意する必要があるようです。

女子では表4及び図8の変動値からは男子と同様に運動中並びに運動終了後3分間は平常体温よりも下降している。しかし、回復後4分からはわずかながら安静時を上回って30分後もなお持続していることは注目される。

冷水刺激との比較では表4及び図5からも明らかなように男女共に冷水浸漬中ただちに体温が上昇することが、運動負荷の場合と異なるところである。

5) 心拍数；男子においては図5のように運動開始後ただちに上昇して1分後に130となり、その後も上昇を続けて5分後に最高の約150に達した。しかし、運動終了後は極めて急速に減退して1分後に100、5分後には75となり、15分でほぼ安静状態に復帰した。

女子では表4及び図6でもわかるように運動開始後急上昇して1分で男子の最高値と同じ148に達し、2分ではわずかに下降するが運動終了直前の3分では153と最高になった。運動終了後の回復曲線は1分で135、3分で120、5分で110と男子に比べ緩やかな下降を示して回復後30分で安静状態になっ



た。

図7及び図8の変動値から運動中の男女を比較するとき、男子は5分間でプラス65~85の変動値、女子は3分間でプラス65~75の変動値であった。このことは心拍数からみる限り、台高、運動負荷時間の違いはあったが、男女の運動強度のバランスの上ではほぼ適切であったと思われる。<sup>64,65)</sup>

#### IV 要 約

1) 皮膚温について身体局所の類別にみると最も大きな変動値を示すのは手指で、次いで脚部であり、胸部は最も少ない値を示した。このことは生理学的あるいは生体防衛上の見地からも充分納得できる傾向とみられる。

2) 手指の皮膚温についてみるに、女子には冷え症が多いといわれているが、平均室温 18~20°Cの場合今回の実験で接した被験者では男子に較べて7°Cも低かった。

運動負荷による変動値は男女共に下降し、運動終了後ただちに上昇して、その後1分で安静時の値を越え、約30分までわずかながらの上昇曲線で推移する。

冷水刺激も運動負荷もほぼ同じ様相を示したが、変動値は運動負荷の方が大であった。

3) 脚部においても女子の皮膚温は約2°C低いですが、その後の経過はほぼ平行し、変動値は手指よりも小であるが様相はそれに準じている。

4) 胸部については約1°C女子が高く、皮膚温全体でも最も高かった。男子は運動中わずかに低下し、運動終了後は少しく上昇する傾向がみられた。女子は運動中徐々に下降し、運動終了後も回復することなく推移している。これは冷水刺激における男子の脚部と同じ様相であった。

5) 体温は運動中わずかに低下し、運動終了後上昇して4~5分で安静時を上回る傾向がみられたが、男女差はほとんどみられなかった。冷水刺激では浸漬中に上昇する様相を示したことが異なっている。

6) 心拍数は運動開始直後急速に増加するが、その上昇度は1分まででは女子が高かった。運動終了後の回復曲線は男子は台高も5cm高く、運動負荷も5分間で長かったにもかかわらず、急速に低下したのに対して女子は緩やかであった。これは男女の体力の差の一端を示すものといえよう。

これは性別による運動負荷や練習法についても一種のヒントを与えられる

ものと考えられる。

以上を総合してみるに比較的低温の15~16°Cでは男女手指及び男子の脚部の皮膚温と体温の値にバラツキがみられ、ウォーミング・アップでは全体的なみ方だけでなく体質や個性差などをよく知っておくことが大切であろうと思われる。

手指, 脚部, 胸部の皮膚温の消長から踏み台昇降運動3分間程度のウォーミングアップの場合, 室内でも気温が15~16°Cであれば不足傾向にあり, ましてや, 戸外で風に曝されることを考えれば, さらに, 量を増すか, マッサージや被服による保温などで補う必要がある。(なお, 本論文の稿を終るにあたり, 御指導, 御校閲を賜りました京都大学名誉教授川畑愛義先生に深甚の謝意を表します)

#### 参 考 文 献

- (1) 木村・瀬戸ほか: Sportsにおける shock に関する研究, ~特に shock 時の体内血流動態について~, メキシコ, 第7回国際学校保健医学会誌: 300-302, 1975.
- (2) 三宅義信: ストレス要因の条件と適応現象に関する研究(第1報), ~寒冷・暑熱刺激に対する反応について~, 京都女子大学, 自然科学論叢, 4: 47-51, 1972.
- (3) 日比野・木村・瀬戸ほか: 防衛体力の環境医学的研究(第2報), ~寒冷刺激時の体内血流動態について~, 日本体育学会第25回大会誌: 239 (527), 1974.
- (4) 瀬戸進: ストレス作用要因に対応する防衛反応の研究, ~単独寒冷刺激について~, 大谷大学研究年報, 30: 18-23, 1977.
- (5) 猪飼・江橋・飯塚・高石編: 体育科学事典: 399-412, 第1法規, 1970.
- (6) 中山昭雄: 体温調節のメカニズム, 自然, 30(2): 48-57, 1975.
- (7) 入来正躬: 体温調節と交感神経系地域性反応, 臨床生理, 3(4), 1973.
- (8) 佐々木申二: 新表面温度測定法, 24, 5(8): 400~408, 1955.
- (9) 佐々木・渡辺: 人体皮温新測定法の吟味, 日新医学, 36(12): 575-578, 1949.
- (10) 柿沼晃作・富塚崇雄: 皮膚温に関する研究(第2報), 東京大学立地自然科学研究所報告, 10: 69-72, 1952.
- (11) 福田邦三・小川県三: 人体の解剖生理学, 南山堂: 295~299, 1958.
- (12) 入来正躬: 脊髄温度受容組織について, 日本生理学雑誌, 34(4): 199-208, 1972.
- (13) 猪飼・江橋・飯塚・高石編: 体育科学事典: 87-88, 190-201, 第1法規, 1970.
- (14) 吉村寿人・飯田敏行: 皮膚血管の極端な低温に対する反応性に関する研究, 第1報, 凍傷に対する抵抗性におけるポイントテスト, 日本生理学雑誌, 1(2): 147-159, 1950.
- (15) 富塚崇雄: 皮膚温変動因子の解析, 日本温泉気候学会雑誌, 22(2): 120-136, 1968.

- (16) 瀬戸・三宅ほか：防衛体力の環境医学的研究・第Ⅲ報，～単独寒冷刺激による血圧・指尖容積等のストレス反応～，日本体育学会第28回大会誌：442(728)，1977.
- (17) 関博人著：臨床容積脈波：14-21，金原出版，1971.
- (18) 吉村正治・和田敬著：問答による脈波の手びき：36-37，139，南山堂，1972.
- (19) 川畑愛義：生体皮膚表面温度並びに衣服表面温度測定法論，第1篇，温度測定の原理と方法，国民衛生，11(2)：1-12，1934.
- (20) 川畑愛義：同上，第2篇，ぼてんしよめーたー計測値を支配する重要因子批判，国民衛生，11(2)：1-12，1934.
- (21) 川畑愛義：同上，第3篇，余ノ考ヘタ測定法，国民衛生，11(2)：1-20，1934.
- (22) 宝工業株式会社編：皮膚温測定用タカラサーミスター温度計：1～2，1975.
- (23) 川畑・水町・緒方・鈴木編：体力測定と健康診断，南江堂：11～20，1964.
- (24) 西条一止：皮膚温分布と経絡・経穴現象，日本温泉気候物理医学雑誌，39(3，4)：37-46，1976.
- (25) 中谷義雄編：ノイロメーターL-C型使用説明書，良導絡研究所：2～7，15～20，1970.
- (26) 上海市“六・二六”新鍼療法問診部編，黃志良訳，龔崎要監修：中国の最新ハリ治療法，ヘルスジャーナル出版：33，1979.
- (27) 南山堂編：医学大辞典，縮刷版，南山堂，5：16-17，1975.
- (28) 前掲書，(26)：中国の最新ハリ治療法：48，1979.
- (29) Adams, T. 「Human physiological responses to a standardized cold stress」  
J. appl. physiol. 13(2)：226-230，1958.
- (30) Selye, H.: The Story of the adaptation syndrome Acta, Serie B 119: 1, 1935.
- (31) Lewis, T. Observations upon the reactions of the vessels of the human skin to cold. Heart 15: 177-208, 1930.
- (32) HARDY, J. D.: Central and peridheral factors in physiological temperature regulation, Ibid.: 247-283, 1967.
- (33) 西条一止：皮膚温分布と経絡，経穴現象，日本温泉気候物理医学会雑誌，39(3，4)：93-95，1976.
- (34) Graham, F. K., & Clifton, R. K.: Heart-rate change as a component of the orienting response. Psychol. Bull., 65: 305-320, 1966.
- (35) Chase, W. G., Graham, F. K. & Graham, D. T.: Components of HR res-  
pons in anticipation of reaction time and exercise tasks. J. exp. Psychol.,  
76(4): 642-648, 1968.
- (36) 久野寧編：文部省科学研究費医学関係総合研究班(季節生理班)：日本人皮膚温分布の季節変動その2，女子皮膚温の部位別季節変化と男子皮膚温との比較，日新医学，43(8)：427-435，1956.  
(本学教授 保健体育学)