

タイトスリーブによる上肢圧迫と 末梢循環血流及び皮膚温の早期応答

木 岡 悦 子

Early Response of Skin Temperatures and Peripheral Blood Circulation to Pressure by Tight Sleeve

Etsuko KIOKA

We conducted a test on the response of skin temperatures and peripheral blood circulation to pressure by a tight sleeve in the early stage of the testing process. Five healthy young women were employed as subjects.

The subject, sitting on a chair, kept her right arm stretching straight downward for 3 minutes, thence bending the arm by 90° and 130° for 3 minutes each, and again stretching it downward for 3 minutes. In the first round of this procedure, the subject wore a normal garment and, in the second round, a garment having its right sleeve made up tight. The tight sleeve, made of plain cotton fabric which is less elastic, was so constituted as to stick fast to the arm in its downwardly stretched state. As you may readily understand, the sleeve had no ease to allow the arm movement. Fingertip plethysmographs and temperature sensors were attached to the subject at her second fingers and 8 points of body, respectively.

The test result, recorded in the early stage of the process, showed a significant difference between the normal garment and the tight one in their effects influencing upon the subject.

1. は じ め に

着衣の状態によっては動作が制限されたり身体に拘束緊縛を負荷することがある。複雑な曲面構造をもち、しかも動きを伴って変形する着衣基体の人体と、これを覆う布地からなる被服との間に起る摩擦・拘束・緊縛感が、ストレスとしてどのような影響を及ぼすかという問題は、被服衛生学の重要な課題の一つである。これには、被服材料の性能のみならず、必要動作量に適應する被服形態が大きく着用感にかかわっていることは、これまでに指摘されているところである。しかし着心地をとらえる指標として、官能検査法によるもの^{1,2)}や、衣服による人体各部への圧力の測定、いわゆる衣服圧を読みとる方法^{3,4)}などがとられている。ある被服を着装することによってその個体が受ける拘束・緊縛といったストレスを定量化し、その負荷を軽減した着心地よい衣服の設計が必要なことであり、同時にそれはむづかしい問題でもある。本報ではまず、単純動作に対してゆとりのない密着型の袖をもつ衣服を着用し、肘関節屈曲動作を行った時の上腕部の緊縛拘束と、これが生体にどのような影響を与えるかを考察する指標として、指尖容積脈波と皮膚温の変動をタイツスリーブの緊縛に対する生体の早期応答として評価することを試みた。

2. 実 験 方 法

(1) 実験年月及び場所

昭和58年11月、実験はいづれも本学恒温恒温室内で午前11時から開始した。環境温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $60\% \pm 1\%$ に設定した。

(2) 被 験 者

被験者は手指に障害をもたない健康な20才代の若年女子5名であり、被験者の身体的特性は表1の通りである。

表1 被験者の身体的特性 (n=5)

	最大値	最小値	平均値	標準偏差
年齢 (歳)	27.0	20.0	22.6	2.7
身長 (cm)	167.0	150.9	158.9	5.8
体重 (kg)	62.0	45.5	51.3	6.3
上腕囲 (cm)	25.0	22.0	23.4	1.1
ローラー示数	1.3	1.2	1.3	0.1

(3) 実験用衣服

上肢の動作に対する上腕部緊縛の影響を見るため、袖部に用いた被服材料は伸縮性の少ない織物として、綿100%, 平織のタオル (表2) を使用した。袖部の被服形態は、上肢下垂状態で上腕部及び前腕部を覆う密着型のタイトスリーブとなるように、被験者ごとにドレーピングして得たものである。この密着型タイトスリーブを、肘関節屈曲の実験動作を行なう右袖にのみ用い、左袖はゆとりのある普通袖とした。これをT実験服とよぶ。これの対照とし

表2 試料の諸元

素 材	項 目							
	組 織	組 成 (%)	厚 さ (mm)	糸 密 度 タテ ヨコ (本/cm)		引 張 強 伸 度		残留伸び ひずみ率 (%)
						方 向	切 断 時 荷 重 伸 長 率 (kg/5cm) (%)	
TOILE	平 織	綿 100	0.41	21.2	21.2	タテ	35.8 10.6	タテ 5.0
						ヨコ	37.8 11.0	ヨコ 1.0

表3 試料の諸元

試 料	項 目					
	組 成 (%)	厚 さ (mm)	糸 密 度 (/5×5cm)	引 張 強 伸 度		
				方 向	切 断 時 伸 長 率 (%)	荷 重 (kg)
ジャージ	綿 100	0.57	82×76	タ テ	69.4	29.6
				ヨ コ	189.9	16.9
				ナナメ	97.4	22.8

て、左右ともゆとりのある袖としたものをN実験服とした。ただし、胴部衣服の形態及び素材については、T・N実験服いづれも共通のものとし、各被験者のベーシック型ドレス⁶⁾(胴部)で動的体型に追従しやすい綿100%ジャージーを使用した。その諸元は表3の通りである。形態的には胸囲に7%ゆとり量をもつものとした。

(4) 測定方法

① **実験動作と実験の概要** 被験者を恒温恒湿室に入室後30分間安静にさせたのち、サーミスター温度センサーを後述の8測定点に、前額には深部温プローブをつけさせ、光電脈波ピックアップを左右第2指指尖に装着した。実験中被験者は椅坐位とし、安定後、両上肢を3分間下垂させ、ついで右上肢は心臓位の固定台にのせて肘関節を90°に3分間屈曲させ、更に130°に3分間屈曲を保たせ、その後3分間上肢を下垂させた。一方、左上肢は、この間下垂させたままとした。この一連の動作に伴う脈波および皮膚温の変動を、はじめにN実験服、続いてT実験服を着用させて測定記録した。なお、これらの記録は、深部温が平衡に達し指尖容積脈波の安定回復を待って、約20分後に開始した。

② **指尖容積脈波の測定** 循環血流動態の指標として、比較的測定しやすい指尖容積脈波を測定した。三栄測器ポリグラフ140システム1205D生体電気現象用増幅器及び記録器を使用し、光電脈波ピックアップを被験者の第2指につけ、ランプの光が爪床部にあたるように固定した。脈波の記録については、1分経過ごとにその前後約10秒間を記録用紙掃引速度 25mm/secで行うが、実験全コースを通して 5mm/sec の掃引速度に切り替えながら連続した記録をとった。これをもとに、脈波の波形・波高・脈拍数を観察するとともに、脈波の周期的なリズムや基線の動揺なども読みとることとした。波高については、原則として、連続した5波型の平均値を求めた。また、脈拍数については、15秒間の脈拍数を読みとり4倍したものとした。

③ **皮膚温の測定** 前額部にテルモ社製深部温プローブPD-1 (45mmφ)

を装着し、同じくPD-7 (15mm ϕ) を左右第3指尖につけ、深部温モニターコアテンプで中枢深部温⁸⁾と末梢表面温の動態を読みとるようにした。他に、宝サーミスター温度センサーを、前額・胸部・背・手・前腕・手背・大腿・下腿・足背の8測定点に絆創膏でとりつけ皮膚温の変動をK720型温度データ集録装置を用いて読みとるとともに、平均皮膚温⁹⁾を算出した。

$$T_s = 0.07T_{head} + 0.14T_{arm} + 0.05T_{hand} + 0.18T_{chest} + 0.17T_{back} \\ + 0.19T_{thigh} + 0.13T_{leg} + 0.07T_{foot}$$

T_s : Mean Skin Temperature

T_{head} : 前頭部中央の皮膚温

T_{arm} : 右前腕外側の皮膚温

T_{hand} : 右手首中央線上から1/2の皮膚温

T_{chest} : 右乳首部辺の皮膚温

T_{back} : 背中中の皮膚温

T_{thigh} : 右大腿部中央の皮膚温

T_{leg} : 右ふくらはぎ外側上から1/3の皮膚温

T_{foot} : 右足背中央線上から1/2の皮膚温

3. 結果及び考察

(1) 指尖容積脈波

各被験者のN実験服着用時と密着型タイトスリーブをもつT実験服の着用時について、対応する同動作時の脈波を比較すると、図1¹⁰⁾に示すように、被験者S₂を例にとれば脈波の波型や波高の変化に相違が見られた。密着型袖着用で起る緊縛拘束が、特にT実験服着用時の末梢循環血流動態を大きく変化させているものと思われる。N実験服着用の屈曲動作時には、軽度の波高の増高が認められ、運動負荷による脈波の変動と受けとれる。しかし、これに対応するT実験服の同動作時の脈波では、波高が著しく低下し、特に、肘関節最大屈曲時には波型が消失し、被験者によっては全く読みとることのできないものもあった。動作後、上肢を下垂状態に移した9~10分経

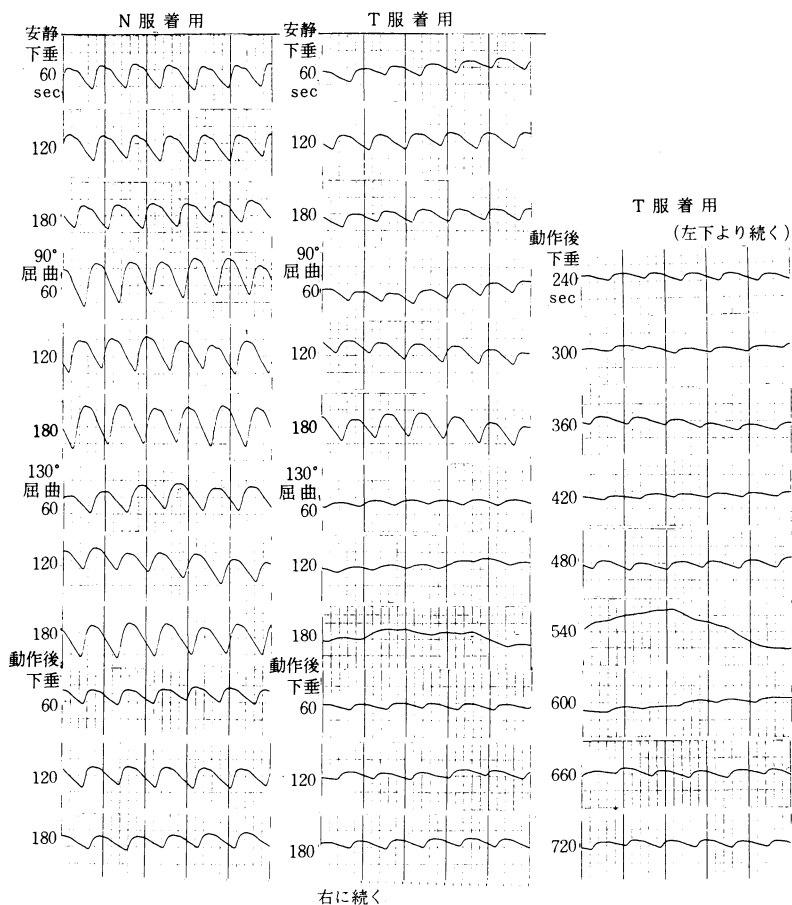
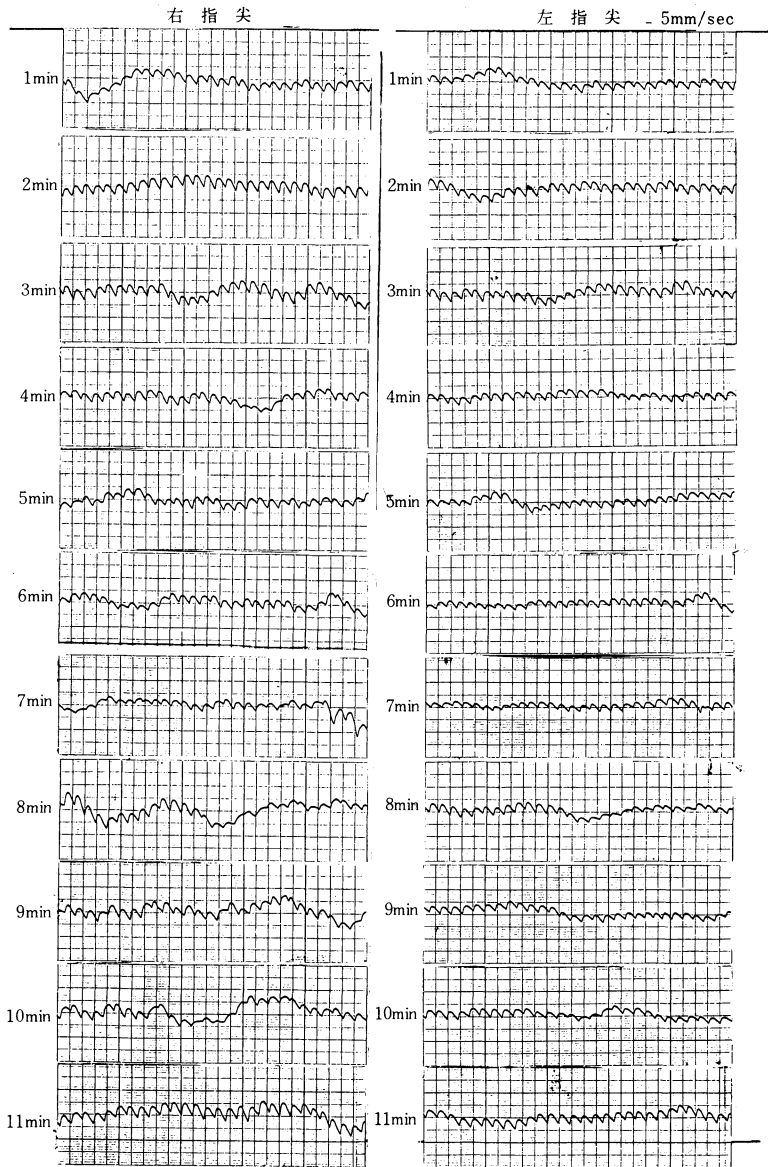


図 1 指尖容積脈波(右) (S₂)

過時点においても、波型の変動が大きくあらわれており、不安定な状態が読みとれた。動作後下垂状態11分間について掃引速度 5mm/sec として脈波状態を記録した。(図 2) 特に右指尖においては、波形の変化ばかりではなく、基線のゆれも加わり不安定な状態が8~10分経過後にも見うけられた。

実験開始上肢下垂1分後の波高を基準として、その後の波高増減量を各被験者毎に調べたものを図3に示した。T実験服の場合、いずれも波高が減少

図2 動作後下垂指尖容積脈波動態 (S₂)

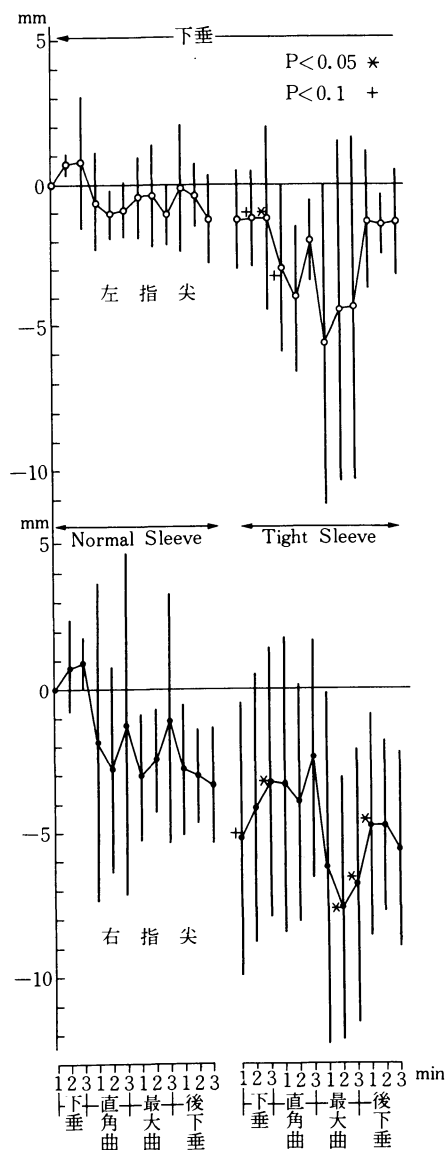


図3 袖の緊縛に対する指尖容積脈波高の変化

し、最大屈曲時において著しい減少がみられた。その後、下垂状態にもどっても一時的にやや回復傾向はみられるものの、10分経過時点までは波高低下が続いた。

対応する各動作毎にN実験服とT実験服との間に差を求めると、右指尖では、下垂3分目及び最大屈曲時で5%で有意差があり、左指尖でも下垂3分の時点で5%で有意差が認められた。波形については、直接緊縛を受けた右の指尖容積脈波はもちろん、左においても振幅が少なく、指尖容積脈波のプラトー化(平坦波 flattened wave)があらわれていた。着心地の不快感からくる精神的緊張感などが指尖細動脈の収縮を来とし、末梢性プラトー波¹¹⁾の現象を呈したものと思われる。

(2) 皮膚温

図4には、被験者の実験動作中における右指尖部皮膚温と平均皮膚温が示されている。平均皮膚温では大きな変化がみられないが、右指尖部では屈曲時、特にT服着用時に大きく下降していることがわかった。最大屈曲時におけるN実験服とT実験服との間には、有意な差がみとめられた。(P>0.01 P>0.05)

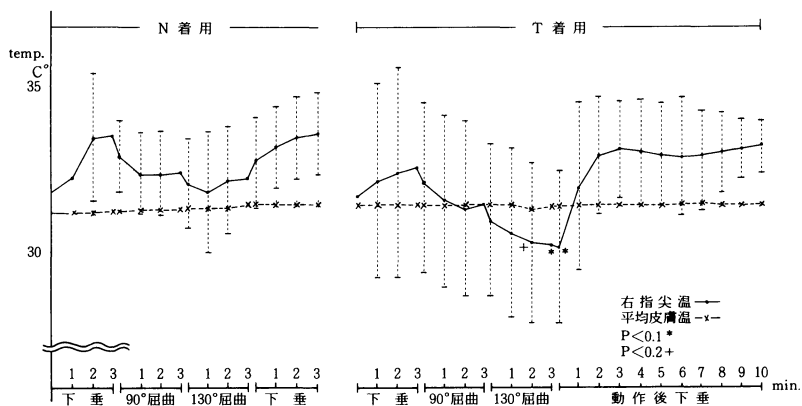


図4 実験動作時皮膚温

図5にみるように、実験開始1分後のN実験服着用時の指尖温を0として、脈波高と同様N服とT服との間の差を求めると、右指尖では、屈曲時2分、3分及び後下垂直後ともに5%で有意差が認められた。左指尖では最大では実験後下垂3分目にT服の場合の皮膚温が低い傾向が認められた。

深部温については、戸川らによる報告から、45mmφの感温部をもつ熱流補償型プローブでは15分で皮下1cmの深部温をとらえ、その後は深部温度の変化に追従するという。実験の結果、 S_3 を例にとれば図6のように、前

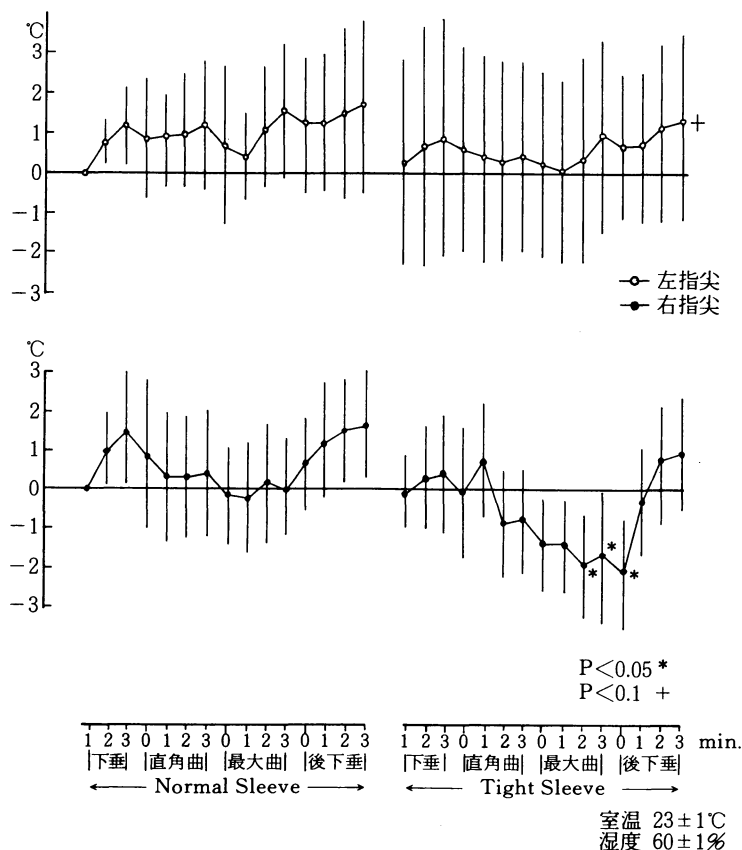


図5 袖の緊縛に対する指尖皮膚温の変化量

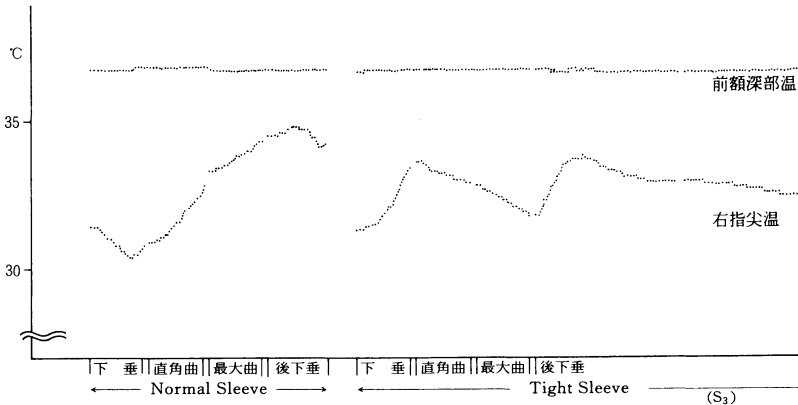


図6 T服着用時の深部温

額部深部温は、熱平衡後同一状態が保たれていたが、T実験服着用時の屈曲動作直後に、 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ の動揺がみられた。これについては筆者がさきにも同様の結果を得ているが、¹²⁾脈波動態とも関連して生体への負荷を意味する現象かと受けとめている。なお、末梢部表面温については、T実験服を着用して肘関節を屈曲した時に著しく低下し、その後上肢下垂にもどると表面温は上昇するが、N実験服着用時と異なる状態がみられた。

上肢を下垂状態から前上挙、肘関節屈曲動作に変えた場合、上肢（上腕部）の体型は大きく変化する。肘関節を最大屈曲した場合、肘関節囲で \bar{x} 27.8, $\pm 5.5\%$, 上腕囲で \bar{x} 5.5% ± 2.0 , 後腋窩点から尺骨茎突点までの外袖丈で \bar{x} 28.3% ± 2.7 と、大きな変化率が得られ周径及び周長の伸びの著しいことがわかった。

4. ま と め

本実験では、上肢を下垂させた状態で皮膚に密着した形態のタイトスリーブでしかもその素材を伸縮性の少い織物とした実験服を用いた。したがって肘関節屈曲動作による著しい体型の変化に対し布の伸びが応じきれず、これが圧迫となり、生体への負荷条件となることが脈波波形・波高の変化から読

みとることができた。肘関節屈曲時の指尖皮膚温の低下もまた脈波伝達の障害を裏づけるものと思われる。N実験服に比べて、ゆとりのない袖のT実験服では、指尖容積脈波及び指尖皮膚温において早期応答が認められた。

本研究にあたり、ご指導をたまわりました奈良医大公衆衛生学教室 森山忠秀教授、ご助言ご協力いただいた同教室車谷典男、伊木雅之氏に深謝いたします。また、実験に終始ご協力をいただいた本学被服構成学研究室の諸姉にお礼申し上げます。

なお、本研究の要旨は、第54回日本衛生学会において発表したものである。

参 考 文 献

- 1) 柳沢澄子, 安藤美栄子, 高橋真理子, 高部和子: 家政誌, 25, 231 (1974)
- 2) 猪又美栄子, 堤江美子, 西野美智子: 家政誌, 33, 129 (1982)
- 3) 渡辺ミチ, 田村照子, 岩崎房子: 家政誌, 24 (1973)
- 4) 渡辺ミチ, 田村照子, 岩崎房子, 嶋根歌子: 家政誌, 30, 457 (1979)
- 5) 木岡悦子, 小松由紀, 増田茅子: 日本家政学会34研究発表要旨集 (1982)
- 6) 増田茅子: 婦人衣服の設計, 41 (1982)
- 7) 吉村正治, 三島好雄, 服部健蔵, 前田好矢: 臨床脈波判読講座 I, 35 (1974)
- 8) 戸川達男, 根本鉄: Institute for Medical & Dental Engineering 7, 75~83 (1973)
- 9) Hardy, J. D. & DuBois, E. F. (1983) The technic of measuring radiation and convection, *J. Nutr.*, 15, 461-475.
- 10) 木岡悦子, 伊木雅之, 車谷典男, 森山忠重: 日衛誌 (Jpn. J. Hyg.) 39, 1, 205 (1984)
- 11) 吉村正治, 三島好雄, 服部健蔵, 前田好矢: 臨床脈波判読講座 II, 6 (1974)
- 12) 木岡悦子: 甲南家政18, 20 (1982)