打鍵負荷にともなう手指皮膚温の変化

深山 智代*, 松本 信雄**, 西井 俊治**, 橘 定功**
東郷 正美***, 鈴木 継美****

CHANGES OF FINGER SKIN TEMPERATURE FOLLOWING TAPPING

Tomoyo MIYAMA †, Nobuo MATSUMOTO††, Syunji NISHII††
Yasukazu TACHIBANA††, Masami TOGO††† and Tsuguyoshi SUZUKI††††

Summary

Changes of the skin temperature of fingers following tapping for two minutes were observed on one hundred and thirty women unexperienced in key punch work and fifty key punchers. Examinations were made in February or March, from 1964 to 1969. In addition, repeated observations were made in four college women to test their stability of the change of the skin temperature in the same test conditions as in key punchers. Observations were carried out in two seasons: one from May to June, and the other from November to January.

Subjects tapped keys of an electric machine for adding calculation for two minutes with the forefinger, the middle finger and the third finger of the right hand.

Skin temperatures of the fingers were measured with a themister before and after tapping. Measurements were made every minute during tapping up to five minutes.

Room temperatures during examinations ranged between 17°C and 26°C, and the finger skin temperatures measured before tapping (the initial skin temperature) distributed between 20°C and 36°C.

Changes of the finger skin temperature during tapping could be classified into two groups: (a) a

group of a larger extent of change and (b) that of a smaller change. It was found that these two patterns appeared on the same individual in repeated examinations.

These two skin temperatures changes during tapping appear to be depending not on the room temperature at the examination, but the initial skin temperature of the finger. In cases where the initial skin temperature found to be about 36°C as well lower than 25°C, the change during the tapping was small. A big change was observed in cases where the initial skin temperature was found to be between 26°C and 35°C. These cases were found in a majority of the subjects with a big change.

There was no difference between women unexperienced with key punch work and key punchers.

The change of the finger skin temperature following tapping presumably reflected the combined effects of tapping and of the tone of the autonomic nervous system. In those whose initial skin temperature was between 26°C and 35°C, the condition of the subject could make a variation in response during tapping. Environmental thermal conditions will affect as a principal and a sole regulation factor for the response, in cases where the initial skin temperature found to be about 36°C as well as lower than 25°C.

冷却, 局所振動, あるいは打鍵負荷にともなう手の皮膚

*日本女子体育大学

**東京大学医学部公衆衛生学教室

***鹿児島大学医学部公衆衛生学教室

****東京大学医学部保健学科人類生態学教室

昭和45年7月27日受付

†Japanese Women College of Physical Education.

††Dept. of Public Health, School of Medicine, University of Tokyo.

†††Dept. of Public Health, School of Medicine, University of Kagoshima.

††††Dept. of Human Ecology, School of Health Science, Faculty of Medicine, of Tokyo.

Received of publication, July 27, 1970.

温の変化は、振動工具の使用、あるいは打鍵作業の手におよぼす影響を検査する方法として用いられてきた¹⁻⁹⁾。これまでの研究では、これら作業の従事者を対象として、手指の蒼白やしびれの感、あるいは上肢の疼痛などの自覚症の有無、あるいは経験年数との関連性が検討されている。Hettinger は振動工具使用者とタイピストのいずれにおいても、障害を訴えているものは局所振動負荷による手背、および手指の皮膚温の変化において、負荷による低下に比してその後の上昇が遅く、かつ小さいと報告している¹⁻³⁾。鈴木らはさく岩夫について調査

Tab. 1 Subjects and Room Climate at Examination (Subjects unexperience with in punch work)

Date of Examination	No. of Subjects	Room Temperature	R. H.
25—27th, Feb. 1964	50	20.5—23.7°C	50%
9th, Mar. 1965	26	24.0—25.4	40
8, 9th Mar. 1966	25	23.0—25.0	40
9th, Mar. 1968	16	24.7—25.8	40
7th, Mar. 1969	13	25.0	30
Total	130		

し、レイノー症状の訴えのあるものでは、手の局所冷却による手指皮膚温の低下が大で、その後の快復が遅いという結果をえている⁴⁾。また、竹村はキーパンチャーを対象として、手の局所冷却と打鍵負荷とを用いて検討しており、症状の訴えのある群で血管の反応の緩慢なもの割合が多いと報告している⁵⁾。Hettinger は障害があるために血管の反応が緩慢であるというより、血管の反応の緩慢なものが作業に従事することによって障害を訴えるようになると考えている。しかしながら、この点に関しては、竹村も指摘しているごとく、まだ問題が残されている。

また、負荷にともなう手指皮膚温の変化における個体差に関して、局所冷却時に cold induced vasodilation¹⁰⁾ が起こるまでの時間に個体差がみられると報告されている^{11~14)}。

さらに、局所冷却、局所振動負荷、あるいは打鍵負荷にともなう手指皮膚温の変化を振動作業、あるいは打鍵作業に対する適性の有無、あるいは作業の影響をみる方法として用いる際に問題となる検査時の環境条件などが十分に検討されているとはいえない。

この研究においては、打鍵作業未経験者とキーパンチャー作業従事者を対象として、2分間打鍵負荷にともなう手指皮膚温の変化を測定し、検査時の室温、ならびに負荷前の手指皮膚温との関係をみた。また、同一個人において繰り返し測定し、室温とあわせて、季節による相異について検討した。

検査方法

打鍵負荷は電動式加算機（ヴィクター製）を用い、右第2、第3、および第4指を交互に用いて、2分間連続打鍵させた。打鍵速度はとくに規制しなかった。

皮膚温はサーミスターを用いて測定した。測定部位は右第2、第3、第4、および左第2指のいずれも第2節の背側である。サーミスターの受感部は絆創膏で固定し

Tab. 2 Number of Subjects by Number of Years of Experience in key punch work.

No. of Years of Experience	No. of Subjects
7 years	2
6	1
5	2
4	2
3	11
2	19
1	13
Total	50

た。

測定は各部位にサーミスターをつけてから約5分後に負荷前値を測定し、ただちに打鍵を開始し、2分間の打鍵の後、直後から5分間、1分間隔で測定した。

検査対象

I) 打鍵作業の経験を持たない女子130名、各検査時点で、いずれも18才で、東京都内にある高等学校の卒業生である。被検者数、検査日時、および検査時の室温湿度は Tab. 1 に示した。

II) キーパンチャー作業従事者50名、I) の対象のうち、1964年、1965年にそれぞれキーパンチャーとして採用された者を含む。検査は1966年3月10・11日に実施した。検査室の温度は23.0~25.0°C、相対湿度は50%であった。なお、経験年数別被検者数は Tab. 2 のとおりである。

対象となった事業所の穿孔作業の実労働時間は1日5時間（但し、土曜日は2時間）である。また、検査時に上肢の疼痛などの自覚症を訴えたものはいなかった。

III) 年令20才の女子大学生4名、検査は1969年5・6月と11月から1970年1月に実施した。検査時の室温は5・6月が、23~26°C、11~1月が17~23°Cであった。な

Fig. 1 Changes of skin temperatures of fingers following tapping.

Fig. 2 Distribution of skin temperatures of finger (R II) measured before tapping in subject unexperienced in key punch work.

お、いずれの被検者も打鍵作業の経験を持っていない。

結 果

I) 打鍵作業未経験者群

1) 2分間の打鍵負荷にともなう手指皮膚温の変化

手指皮膚温の変化は大別すること2つの類型になった。そのそれぞれについて、Fig. 1に典型的な例を示したが、負荷にともなう手指皮膚温の変動の大きいものと、小さいものとに分けられる。なお、手指皮膚温の変

No. OF YEARS OF EXPERIENCE • 0, ○ 1, × 2, △ 3~

Fig. 3 Relation between the room temperature and the skin temperatures of finger (R II) measured before tapping.

Fig. 4 Changes of the skin temperature of finger (R II) in tapping in subjects unexperienced in key punch work.

化のパターンにおいては、どちらの類型にあっても、右第2、第3、および第4指の間に差がみられなかったの、以下、右第2指についてのみ分析をおこなった。

2) 室温と打鍵負荷前手指皮膚温との関係

検査時の室温は20~26°Cで、負荷前手指皮膚温は20~35°Cに分布し (Fig. 2)、室温と皮膚温との間には正の関連がみられた (Fig. 3)。

3) 打鍵負荷時の手指皮膚温の変化

打鍵負荷時の手指皮膚温の変化 (ΔST in tapping) を負荷前手指皮膚温から負荷直後の皮膚温を引いた値で示すと、Fig. 4のごとく、一峰性の分布を示したが、室温別、あるいは負荷前皮膚温別に皮膚温変化量の分布をみると、負荷前の皮膚温が高い場合に、皮膚温の低下が大であり、室温はこの範囲ではとくに一定の影響を示さなかった (Fig. 5)。

4) 打鍵負荷終了後の手指皮膚温の変化

Fig. 5 Changes of skin temperature of finger (R II) in tapping with room temperatures or skin temperatures before tapping in subjects unexperienced in key punch work.

負荷直後の皮膚温を基準として、1, 2, 3, 4, 5 分後の測定値との差を求めた。この差の中で最大の値 (max. Δ ST after tapping) をとって、その分布をみたものが Fig. 6 である。Fig. 7 にみるごとく、室温別にみた場合、分布はいずれも類似していたが、負荷前皮膚温別にみると、負荷前皮膚温が高いとき、負荷後変化の最大値の大きいものの割合が多い。

II) キーパンチ作業従事者群

2 分間の打鍵負荷にともなう手指皮膚温の変化では、打鍵作業未経験者においてみられた 2 つの類型が、キーパンチ作業従事者群においても同じくみられた。

室温と負荷前皮膚温との関係 (Fig. 1), ならびに負荷にともなう皮膚温の変化と室温との関係, あるいは負荷前皮膚温との関係においても、打鍵作業未経験者群と同様の結果を得た。Fig. 8, 9 は、それぞれ、負荷時の皮膚温の変化 (Δ ST in tapping) と負荷後の皮膚温の変化 (max. Δ ST after tapping) の経験年数別比較である。室温と負荷前皮膚温を考慮して比較すると、負荷時変化、負荷後変化のいずれにおいても、経験年数による差はみられなかった。

つぎに、1964 年と 1965 年に採用前検査を受けたもの 32 について、採用前の測定結果と 1 年、あるいは 2 年の経験を経た後の測定結果とを比較した。すでに Fig. 6 で負

Fig. 6 Change of skin temperature of finger (R II) after tapping in subjects unexperienced in key punch work.

荷後変化の分布は 2 峰性であることを示したが、その結果から試みに負荷後変化量の最大値が 1.25°C 以上のもの (A) と、 1.25°C 未満のもの (B) に分け、皮膚温変化の類型を個人別に示すと、Tab. 3 にみるごとく、負荷前皮膚温が 28°C 以上であったものは、すべて A で、 28°C に達しなかったものでは A と B とが共在していた。個人別にみた場合、2 回の検査において最大変化量が 1.25°C 、以上であったり、未満であったりしたものは 11 例あった。この中 9 例は前後 2 回の検査における負荷前手指皮膚温に差があり、おそらくそのために変化の起り方に違いがあったものと考えられる。しかし、 1.25°C という基準は経験的なものであるので、負荷後の最大変化量に

Fig. 7 Change of skin temperature of finger (R II) after tapping with room temperatures or skin temperatures measured before tapping in subjects unexperienced in key punch work.

Fig. 8 Comparison of change of skin temperatures of finger (R II) in tapping by number of years of experience.

ついて第1回目と第2回目との間の相関をみたが、有意の相関は見出しえなかった。(スピアマンの順位相関係数 $=0.27$, $t_{\alpha}=1.48 < t_{0.05}$). したがって、ある個人は常にどちらかの類型に区分可能なのではなく、負荷前の状態(たとえば、ここでは負荷前手指皮膚温として示されたときもの)によって変化の形式が定められているものと考えられた。

Ⅲ) 同一個人における繰り返し検査時の反応の変化

1) 2分間の打鍵負荷にともなう手指皮膚温の変化

Fig. 10 は検者別の変化のパターンであるが、いずれの被検者においても、負荷にともなう変化のパターンは一

Fig. 9 Comparison of change of skin temperatures of finger (R II) after tapping by number of years of experience.

定ではなく、先に打鍵作業未経験者群についてものべたごとく2つの類型は人によって定まったものとはいえなかった。

2) 室温と打鍵負荷前の手指皮膚温の関係

個人別にみた両者の関係は、5・6月と11～1月とではあきらかに異なる。5・6月の場合、室温と皮膚温とは、どの例でも正の関連を示すが、11～1月では必ずしも一定の関連はみられなかった (Fig. 11)。

3) 負荷後の手指皮膚温の変化

Tab. 3 Comparison of Types of the Change of the Skin Temperature of Fingers Following Tapping Between Types Observed in the Pre-placement Examination and Those in the Examination After 1 or 2 Years' Experience with Key Punch Work.

Skin Temp.	1st Examination				2nd Examination			
	20—	24—	28—	32—	20—	24—	28—	32—
Sbj. No.* 1			(3.5) A		(4.2) A			
2			(2.7) A			(-0.4) B		
3		(2.6) A					(1.6) A	
4			(2.9) A				(3.6) A	
5		(0.3) B				(0.9) B		
6		(0.4) B					(2.7) A	
7				(3.2) A		(5.4) A		
8		(2.7) A					(2.6) A	
9	(-0.1) B					(-0.2) B		
10	(-0.4) B					(3.6) A		
11			(3.7) A					(1.7) A
12	(1.7) A						(2.9) A	
13		(0.9) B				(0.4) B		
14	(0.2) B					(0.3) B		
15		(3.3) A						(1.9) A
16		(-0.2) B					(3.0) A	
17			(2.9) A					(2.3) A
18	(0.1) B					(0.4) B		
19	(1.1) B					(-0.4) B		
20		(0.3) B						(1.6) A
21		(0.4) B				(-0.3) B		
22		(2.3) A				(0.9) B		
23		(-0.7) B				(1.5) A		
24		(3.4) A						(2.2) A
25		(0.1) B				(-0.3) B		
26			(1.3) A			(0.4) B		
27		(0.3) B				(-0.3) B		
28		(-0.6) B				(-0.2) B		
29		(-0.3) B					(2.5) A	
30			(2.0) A			(0.3) B		
31		(6.0) A				(0.1) B		
32			(2.2) A			(5.4) A		

* : No. 1—19...2 years' experience, No. 20—32...1 years' experience

A : max. Δ ST after tapping $> 1.25^{\circ}\text{C}$

B : max. Δ ST after tapping $< 1.25^{\circ}\text{C}$

max. Δ ST after tapping are shown in parentheses

Fig. 12 は個人別に負荷後変化 (max. Δ ST after tapping) と負荷前皮膚温との関係をみたものである。

負荷前皮膚温が $36^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ のときには、負荷後の変化が、比較的小さかった。検査のおこなわれた季節によ

る差が、被検者によっては認められるが、この点に関してはさらに検討を要する。

考 察

Fig. 10 Change of skin temperatures of finger (R II) following tapping in four cases.

室温17～26°Cという条件で、負荷前手指皮膚温は20～26°Cに分布し、負荷にともなう手指皮膚温の変動は室温そのものよりも、その時の手指皮膚温との間に関連を示した。すなわち、室温が比較的高く、負荷前手指皮膚温が $36 \pm 0.5^\circ\text{C}$ を示したとき、あるいは室温が比較的低く、負荷前皮膚温が 25°C 以下のときには、打鍵にともなう手指皮膚温の変動は小さいことが多かった。一

方、負荷前皮膚温が $26 \sim 35^\circ\text{C}$ に分布するときには、負荷にともなう手指皮膚温の変動が大きい場合が多くみられた。手指の血管運動が自律神経の支配を受けているという知見は^{12,15,16)}、負荷前手指皮膚温が、室温のみでなく、そのときの被検者の自律神経の緊張状態をも反映していることを示唆する。伊藤ら¹⁷⁾は、室温 23°C 前後では皮膚温の個体間のばらつきが比較的大きいという結果

Fig. 11 Relation between room temperatures and skin temperatures of finger (R II) measured before tapping.

を得ている。これらから、負荷前手指皮膚温が $26\sim 35^{\circ}\text{C}$ に分布するような室温のときには、温度刺激以外の刺激による影響、すなわち、主体側の条件である自律神経の緊張状態、あるいは打鍵負荷による影響などがあられやすいが、室温が高く 36°C に近い手指皮膚温を示すとき、または、室温が低く、皮膚温が 25°C を下まわるようなときには、環境条件である室温の影響がつよくあらわれるものと考えられる。

打鍵負荷にともなう手指皮膚温の変動が、室温そのものよりも負荷前手指皮膚温に関連を示したことから、手指皮膚温の変化にもとづいて手指血管の反応をみる場合、皮膚温の変化の大きさのみでなく、負荷前手指皮膚温を考慮する必要があると考えられる。

要 約

打鍵作業未経験の18才の女子130名、ならびにキーボード作業従事者50名を対象として、2分間打鍵負荷にともなう手指皮膚温の変化を観察した。また、別に、女子大学生4名を被検者として、同様の方法を用いて、繰り返し検査をおこない、個人内の反応の変化をみた。

1) 検査時室温が $22\sim 26^{\circ}\text{C}$ のとき、負荷前手指皮膚温は $20\sim 36^{\circ}\text{C}$ に分布し、室温と負荷前皮膚温との間に正の関連がみられた。11～1月の検査においては、室温は $17\sim 23^{\circ}\text{C}$ であったが、室温と負荷前皮膚温との関係は、必ずしも一定ではなかった。

2) 2分間打鍵負荷にともなう手指皮膚温の変化は、負荷中、負荷後を通じて、負荷前手指皮膚温に関連した。負荷前皮膚温が 36°C に近いとき、あるいは 25°C 以

Fig. 12 Relation between changes of finger skin temperatures after tapping and those measured before tapping.

下のときは負荷にともなう皮膚温の変化は小さいことが多く、 $26\sim 35^{\circ}\text{C}$ の範囲では負荷にともなう変化の大きいものの割合が多い。なお、観察した対象においては、打鍵作業経験の有無による差はみられなかった。

3) 以上の結果から、手指皮膚温の変化にもとづいて手指血管の反応をみる場合、皮膚温の変化の大きさのみでなく、負荷前手指皮膚温を考慮する必要があると考えられた。

本論文は勝沼晴雄教授のご校閲を頂いた。記して厚くお礼申しあげる。

文 献

- 1) Hettinger, Th., und Beck, W.: Die Reaktionsfähigkeit der peripheren Gefäße als dispositioneller Faktor für die Entstehung von Gelenkerkrankungen, Internat. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol. 16: 250～264, 1956.
- 2) Hettinger, Th.: Ein Test zur Erkennung der Disposition

- zu Sehnenscheidenentzündungen, Internat. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol. 16 : 472~479, 1957.
- 3) Hettinger, Th. : Eine Modifikation des Hauttemperaturtestes zur Erkennung der Disposition zu Sehnenscheidenentzündungen, Internat. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol., 17 : 271~275, 1958.
 - 4) 鈴木継美, 前田和甫 : さく岩機使用に伴う障害, II, レイノー症状の有無と皮膚温変動について, 日衛誌, 14 : 988~991, 1959.
 - 5) 竹村 望・他 : 振動による手の腱鞘炎発症と血管反応との関係について, 東京慈恵医科大学雑誌, 75 : 2531~2535, 1960.
 - 6) 松井清夫・他 : キーパンチャーおよびテレタイピストの精神身体医学的観察, 第1報 寒冷皮膚反射を中心に, 産業医学, 7 : 329 : 333, 1965.
 - 7) 木村菊二・他 : 振動による手背皮膚温の変動, 労働科学, 38 : 268~277, 1962.
 - 8) 三浦豊彦・他 : 手持ち振動工具による障害について, レイノー現象について, 労働科学, 31 : 524~531, 1955.
 - 9) Magos, L., : A Physiological Study of the Effects of Vibration on the Fingers, Brit. J. Industr. Med., 18 : 157~158, 1961.
 - 10) Lewis, T., : Observations upon the Reactions of the vessels of the Human Skin to Cold, Hert, 15 : 177~208, 1930.
 - 11) Yoshimura, H., and Iida, T., : Studies on the Reactivity of Skin Vessels to Extreme Cold, I) A point test on the resistance against frost-bite, Jap. J. Physiol., 1 : 147~159, 1950.
 - 12) Yoshimura, H., and Iida, T., : Studies on the Reactivity of Skin Vessels to Extreme Cold, II) Factors governing the individual difference of the reactivity, or the resistance against frost-bite, Jap. J. Physiol., 2 : 177~185, 1952.
 - 13) Teichner, W. H., : Individual Thermal and Behavioral Factors in Cold Induced Vasodilation, Psychophysiology, 2 : 295~304, 1966.
 - 14) Teichner, W. H., and Levine, J. M., : Digital Vasomotor Conditioning and Body Heat Regulation, Psychophysiology, 5 : 67~76, 1968.
 - 15) Green, H. D. and Kepcher J. H., : Control of Peripheral Resistance in Major Systemic Vascular Beds, Physiol. Rev., 39 : 617~686, 1959.
 - 16) Barcroft, H., : Sympathetic Control of Vessels in the Hand Forearm Skin, Physiol. Rev., 40 : 81~91, 1960.
 - 17) 伊藤幸子・他 : 未発表資料