人工的気温低下によるさく岩作業者の白指誘発

村上 正孝*, 鈴木 継美**, 鏑木敬之介***

PROVOCATION OF WHITE FINGER ATTACKS BY AN
ARTIFICIAL COOLING IN ROCK-DRILL WORKERS

Masataka MURAKAMI†, Tsuguyoshi SUZUKI†† and Keinosuke KABURAGI†††

Rock-drill workers with or without subjective complaint on Raynaud's Phenomenon were tested if white finger attacks would be provoked when the workers were exposed to artificially lowered ambient temperature in summer.

Six out of 48 subjects showed the attack, when the room temperatures were below 15°C and the skin temperatures of the middle finger were below 21°C. But, the room temperature below 15°C was not enough in provoking attacks in all subjects with subjective complaint on Raynaud's Phenomenon. By these results, the idea of the critical temperature

which is needed as the trigger of attack holds true in summer.

Among the subjects without subjective complaint on Raynaud's Phenomenon there was a man who got the attack.

Generally, the ratio of the decrease of finger skin temperature to that of room temperature was inversely proportional to the level of the room temperature at the start of cooling. This relationship was not modified by the subjective complaint on Raynaud's Phenomenon, years of use of rock-drills or age.

I は じ め に

振動工具取扱い作業者にみられるレイノー現象は、振動工具取扱い年数の延長とともに発生頻度をます¹⁾。また白指発作は気温の低下とそれに伴う末梢循環の変動とが直接の誘因²⁾となって起っている。

非職業性レイノー現象に認められている臨界温度³⁾が同じように職業性レイノー現象における白指発作の場合にも存在する。鈴木らの観察によると⁴⁾、白指発作の発現は一日の最低気温が15°Cになったところからみられ、一日の最低気温の低下するにつれて、白指発作の発現頻度は増すが、決して100%に達することはない。

白指発作を起すにいたる準備状態にある人々にとつて、日常生活の中での15°Cという気温が発作の必要条件ではあるが、十分条件ではないことをこの報告は示唆している。これまで報告された白指発作誘発試験：(1)6°C

Cの気温の室内に20~30分滞在させ、冷水(4°C)中に手をつける方法²⁾、(2)24°Cの水浴中に10分間首までつけて、その後冷水中に手をつける方法⁵⁾、によっても、自覚的にレイノー現象を持つもののすべてに白指発作を起すことには成功していない。

本報告は鈴木らの見出した15°Cという気温が、夏季7~9月にあっても同じように臨界温度として意味を持つかどうかを確かめることを第一の目的とし、その際の末梢循環の変化を記載することを第二の目的として実施された。

II 検査対象と検査方法

1)対象：Tab. 1に示すごとく、三つの金属鉱山のさく岩夫48名を対象とした。彼等は自覚症状調査によって、(1)レイノー現象が最近までみられた者(R+)、(2)レイノー現象が前にはみられたが、この1~2年はない者(R±)、(3)レイノー現象の経験のない者(R-)、の3群に区分された。鉱山によって、さく岩夫の年令・勤続年数の分布が一樣でないため、選ばれた人々の年令・年数の分布は一樣ではない。

2)検査方法：検査はすべて夏季に実施された。検査手順は以下のごとくであった。

(1)被検者は医師の診察(血圧測定を含む)を受ける。

*東京大学医学部公衆衛生学教室

**東京大学医学部人類生態学教室

***三菱金属鉱業株式会社

昭和45年12月24日受付

†Department of Public Health, Faculty of Medicine, University of Tokyo.

††Department of Human Ecology, Faculty of Medicine, University of Tokyo.

†††Mitsubishi Metal Mining Co.

Received for publication Dec. 24, 1970.

Tab. 1 Subjects for examinations.

	Mine A (Tohoku-chiho)	Mine B (Hokkaido)	Mine C (San-in-chiho)	Total
Age				
20~29	3	1	0	4
30~39	9	9	7	25
40~	4	4	11	19
Years of employment				
~5	7	3	0	10
~10	2	3	6	11
~15	4	3	6	13
16~	3	5	6	14
Raynaud's Phenomenon				
+	5	4	14	23
±	3	3	4	10
-	8	7	0	15
Total	16	14	18	48

In the column on Raynaud's Phenomenon, the mark + means the existence of subjective complaint on white finger attacks at the interview in the present examination, ±; the experience of white finger attacks in the past, and -; no experience of white finger attacks.

Tab. 2 Data on the workers who got the white finger attacks by the cooling experiment.

No.	1	2	3	4	5	6
Mine	A	B	B	C	C	C
Age	31	44	45	44	36	43
Years of employment	13	19	16	11	17	16
White finger attacks						
Subjective complaint	+	-	+	+	±	+
Fingers suffered	(b) 1~5	-	(1) 3, 4	(b) 1~5	(b) 2~4	(b) 1~5
Blood pressure	144/64	120/80	140/85	120/80	142/80	166/90
Fingers showed white finger attacks by cooling	(1) 4	(1) 3	(1) 3	(b) 2	(1) 2~5	(1) 3, 4

Abbreviations in the table; (b) : both and (1) : left.

- (2)医師1名と被検者1名とが人工気候室に入る。被検者の着衣は夏の上下下着、長袖シャツ、長ズボンで素足。医師と向いあって椅子に坐り、手指中節背部にサーミスター端子を装着、皮膚温を測定する。さらに光電容積脈波計で手指末節の血流を観察する。
- (3)人工気候室を閉扉、クーラーを作動。人工気候室内気温が15°Cを下回ったところで恒温を維持(20~30分)。その後、クーラーをとめ気温を上昇させる。室内の気温が25°C前後に達した時検査を終わる。全経過は約1時間30分である。
- (4)この経過中、5分毎に皮膚温を測定する。

3)検査装置、機械：人工気候室(平山製作所製、内径180×90×210cm)、サーミスター(応用電子工業T-52)

III. 結 果

(1)冷却による白指の誘発

Fig. 1~3 に、三つの鉱山における検査時の気温、手指皮膚温(左中指)の変化、および白指誘発の有無を示した。

冷却開始直前の気温、手指皮膚温はともに鉱山間で明らかに異なっており(一元配置による分散分析で、前者は $p < 0.05$, 後者は $p < 0.005$)、また同一鉱山でも人によって、気温低下の状況はかなり異なる。この中で、白指発作を示した6名についてみると、発作の起った時点で、室温は15°C以下、手指皮膚温は21°C以下である。この6名はすべて経験年数11年以上であるが、そのうち

Fig. 1

Fig. 2

1名はこれまで自指発作に気付いていない (Tab. 2).

(2) 気温変化と手指皮膚温変化との関連

室温が15°C以下にまで達した場合とそうでなかった場合とにわけて手指皮膚温 (室温がもっとも低下した時点での皮膚温) が21°Cに達したか否かに区分し関連をみると, Tab. 3に示したごとく, 明らかに有意の関連がある ($\chi^2=9.524$, $p<0.005$). そこで, 室温が15°C以下に低下した条件のみをとりあげ, その時の手指皮膚温のさがり方が, 経験年数または自覚的なレイノー現象の既往と何らかの関連をもつか否かを検討した, 手指皮膚温が21°C以下に達したか否かに対し, 経験年数11年

Fig. 3

Fig. 1~3 Changes of room temperature and skin temperature of hand finger (middle finger) during the experiment in mine A, B and C.

The arrow shows the appearance of white finger attack, and the broken lines are the data on the subjects who were suffered from white finger attacks during the cooling.

以上とそれ以下とに区分した時の関連 ($\chi^2=1.019$, $p>0.25$) および既往にレイノー現象あり, なしとに区分した時の関連 ($\chi^2=1.530$, $0.10<p<0.25$) はともに有意ではなかった.

以上の分析から, 冷却時の気温が手指皮膚温の低下にとってもっとも重要な役割を演じていることが明らかである。そこで, 気温の低下に対する皮膚温の低下の割合 (気温低下は出発時気温ともっとも低下した時の気温の差で示し, 皮膚温低下は同じく出発時のと気温最低時の差をとった) が, 冷却開始時の気温に対し, どのような関係を持つかを分析した (Fig. 4). 図にみるごとくこの両者間には, 明らかな負の相関 ($r=-0.45$, $p<0.01$) があり, 言い直せば出発時の気温が高いほど, 皮膚温の低下の程度が小さいことになる. この図に示された関係が, 既往におけるレイノー現象の有無, 経験年数 (11年未満と以上とに区分), 年齢 (36才未満と以上) によって異なるか否かについて共分散分析を用いて検討したが, いずれの場合も両群を区分してえられた変動は有意の大きさに達しなかった.

Tab. 3 Association between room temperatures and finger skin temperatures at the lowest room temperature.

Skin temperatures at the lowest room temperature	The lowest room temperatures		
	under 15°C	15°C and over	Total
under 21°C	23	4	27
21°C and over	9	12	21
Total	32	16	48

IV 考 察

これまでのべた結果から、15°Cを下回る気温低下は夏季であっても白指発作誘発因子として作用していることが明らかである。ただし、これが必要条件ではないことは、先の鈴木らの指摘の通りであり、白指発作を起した6名は、冷却開始時室温と皮膚温低下対室温低下の比との関連においてみる時、とくに非誘発者と異なった特徴を示すとはいえない。

白指発作誘発の必要条件として気温の15°Cをこえる低下と並んで、その時の手指皮膚温が21°Cを下回ることをとりあげられる。しかし、この条件は単に気温低下に伴って生じた、共通の反応と考えるべきであろう。

同じような気温低下、手指皮膚温の低下を示した23名のうち、何故6名のみが白指発作を起したのかについて、現在のところそれを説明するに足る知見はない。仮に Magos^{6,7)}が提唱する「Cold Dilatationの欠落が白指発作を起す主たる原因である」とする考え方に立つとすると、外気温低下に対する末梢血管収縮の機転には変化がなく、寒冷刺激の持続に伴ってみられる末梢血管の拡張の機転が問題となる。本研究において、皮膚温とともに測定された光電容積脈波の所見をこのような観点から分析することが重要と考えられるが、これまでのところ、自指発作の起った指では脈波が消失し、同一人であっても他の指では脈波が残存したことを見出すに止まっており、積極的には何も報告しえない。なお、光電容積脈波の変化については後に報告の予定である。

白指発作の生ずる原因は血管の収縮の機転にはないとする点で Stewart⁸⁾も Magos と同じ立場にある。われわれの今回の報告も、この点については同一線上にある。たしかに、気温低下に対して生ずる手指皮膚温の変化からみた限りでは問題は収縮機転ではないと考えられる。Stewart⁸⁾らは Cold Dilatation の欠落とは考えず、それ自体としては収縮、拡張の能力を持たず、受動的に

Fig. 4 Relation of room temperature at the start of cooling to the ratio of decrease of finger skin temperature to that of room temperature.

The square covering dots, stars, and circle means the subject who got white finger attacks. $Tf_0 - T_{fm}$ = the decrease of finger skin temperature and $Tr_0 - Tr_m$ = the decrease of room temperature; calculations were carried out on the data at the start of cooling and at the lowered minimum of the room temperature.

開閉している毛細管が、振動作業の結果として手指に生じた胼胝 (Callus) によって閉塞させられてしまっていることを重視している。これまでなされた爪床部の毛細血管を観察するという方法による結果では、Stewart⁸⁾らの見解を吟味しえないが、振動工具取扱い作業員2名の手指血管を biopsy によって観察した Ashe⁹⁾の報告では、筋肉内の小動脈壁の肥厚と管腔の狭窄とが認められており、収縮機転ではなく、収縮の結果として生ずる状態像が問題であり、単に毛細管のみを問題にするのでは不十分だと考えざるをえない。いずれにしても、現状では白指発作の成立機序はまだ十分解明されたとは言えない。

ところで、本研究においてこれまでレイノー現象を示していなかった作業員の1人が白指発作を起したことは健康管理の面からは重要な所見である。このような事実は脇阪⁵⁾によっても報告されており、自覚的な現象としてのレイノー現象の意味をもう一度考えてみる必要があると判断される。

V 要 約

(1)夏季においても、15°Cを下回る気温低下があれば、

白指発作を起しうる。この時手指皮膚温は 21°C 以下である。しかし、この条件は白指発作誘発の必要条件にすぎない。

(2)自覚的にレイノー現象に気付いていない者でも白指発作が誘発される者がある。

(3)気温低下との対比において分析された手指皮膚温低下の様相は、冷却開始時の気温によって異なるが、既往における自覚的なレイノー現象の有無、経験年数、年齢によっては有意の影響は受けていない。

本研究は東京大学医学部公衆衛生学教室、人類生態学教室の多くの同僚の援助によって行なうことができた。厚くお礼申し上げたい。

文 献

- 1) 脇阪一郎, 東郷正美, 高元京子: チェン・ソーの使用期間とレイノー現象出現者数との関係について, 産業医学, 11: 579~583, 1969.
- 2) 岡田 晃, 山下貴正, 上田 満: 職業性レイノー現象に関する研究, I, II, III, 産業医学, 9: 51~67, 1967.
- 3) de Takats, G. and Fowler, E. F.: Raynaud's Phenomenon, J. A. M. A., 179: 99~106, 1962.
- 4) 鈴木継美, 伊藤幸子: 気温と白指発作との関係, 産業医学, 12: 189~191, 1970.
- 5) Wakisaka, I., Togo, M. and Takamoto, K.: Diagnostic Provocation Test for White Finger Attacks by Water Bath in Chain Saw Operators, Ind. Health, 7: 139~142, 1969.
- 6) Magos, L.: Preliminary Communication: A Physiological Study of the Effects of Vibration on the Fingers, Brit. J. Industr. Med., 18: 157~158, 1961.
- 7) Magos, L. and Okos, G.: Cold Dilatation and Raynaud's Phenomenon, Arch. Environ. Health, 7: 402~410, 1963.
- 8) Stewart, A. M. and Goda, D. F.: Vibration Syndrome, Brit. J. Industr. Med., 27: 19~27, 1970.
- 9) Ashe, W. F., Cook, W. T. and Old, J. W.: Raynaud's Phenomenon of Occupational Origin, Arch. Environ. Health, 5: 333~343, 1962.