職業性レイノー現象に関する研究

I. レイノー現象の誘発並びに発現回復過程

岡田 晃*, 山下貴正*, 上田 満**

Studies on the Raynaud's Phenomenon
of Occupational OriginI. On the Provocation of Raynaud's
Phenomenon and the Recovery Process
of Its Appearance.Akira OKADA*, Takamasa YAMASHITA*
and Mitsuru UEDA**

Experiments were designed to provoke the Raynaud's phenomenon by immersion of hands into cold water (4°C) for 1 min. under three levels of conditions in order to observe changes of the skin temperature under these conditions and also to see the disappearance of this imitation of the Raynaud's phenomenon. Subjects were used as two groups. One was the user of vibrating tools who complained Raynaud's phenomenon, the other was the control. The obtained results were as follows:

(1) The ratio of provoked cases among the examinees was 0% under the room temperature 28°C, it was 14.2% under the air temperature of 6°C hands being kept at 25°C, and it was 78.5% under the air temperature of 6°C. These findings seemed to indicate that the Raynaud's phenomenon of occupational origin occurred by the constriction of surface vessels, partly by a direct action of cold to the finger, and partly by the reflex action through the vasomotor nerves.

(2) As the ratio of provoked cases was low under the condition which kept both hands warm, the prevention of attack would be realized by keeping hands warm.

(3) It was also found that the Raynaud's phenomenon could be provoked by the provocation test to the user of vibrating tools who had not yet complained Raynaud's phenomenon.

(4) The remarkable decrement of the skin temper-

ature and the delay of its recovery to the former level were confirmed under the air condition of 28°C in a subject who had experienced the white finger 40—50 times during three years. This example suggested that the critical temperature which was sufficient to provoke the phenomenon had been changed according to the change of microcirculation function and that the threshold had been raised.

(5) The skin temperature of finger which provoked Raynaud's phenomenon (appearance-finger) was not always lower than the control finger which did not (non-appearance finger). This means that blood volume in the arterioles and arteriae was showing almost no difference between them. And also, the temperature of the appearance-finger before the cold immersion was not necessarily be lower than the non-appearance finger.

(6) The rapid increase of the skin temperature was observed at the non-appearance finger before disappearance of Raynaud's phenomenon, while at the appearance finger it occurred after disappearance. The degree of increase of skin temperature was by $8.9 \pm 1.9^\circ\text{C}$ higher than the skin temperature before immersion. This was named "Rebound phenomenon of skin temperature" and this was never observed in the control group. Therefore, this phenomenon seems to be specific pathological phenomenon during Raynaud's phenomenon being provoked, and it is not identical with reactive hyperemia or vascular reaction to cold.

I. は じ め に

四肢末梢に発作的に乏血を来す疾患を、フランスの医師 Raynaud (1862) は、大血管の閉塞が認められない独立した疾患として記載し、現在、Raynaud 病として取扱われているが、この病態に関して、Lewis, Pickering ら¹⁾の血管における“local fault”に寄する説と、Raynaud ら²⁾の高位交感神経中枢の機能亢進説とがある。四肢の間けつ蒼白を主徴とする Raynaud 病様症状が振動工具使用者にもみられることは、Loriga (1911) をはじめとして、多数の人々によって報告されており、この現象は“Raynaud's phenomenon of occupational origin”³⁾と呼ばれたり、あるいは二次的 Raynaud 症候群に包含されたりしている。振動工具による障害として、このほか骨、関節の変化⁴⁾などもあげられるが、レイノー現象(以下レ現象と略記)は比較的早期に発現することは確かなようである⁵⁾。

従って蒼白発現以前の潜在的な末梢血管異常状態を早期に発見したり、蒼白発作のみられない時の診断基準を

*札幌医科大学公衆衛生学教室(主任:西野陸夫教授)

**北海道大学医学部公衆衛生学教室(主任:安倍三史教授)

昭和41年7月28日受付、普通掲載

*Dept. of Public Health (Chief: Prof. M. Nishino),
Sapporo Medical College.**Dept. of Public Health (Chief: Prof. S. Abe), School of
Medicine, Hokkaido University.

Received for publication, July 28, 1966.

確立したりすることは、振動作業者の健康管理のために必要なことであり、またレ現象の病態生理は、なお Raynaud 氏病同様に明かではないが、その機序とまでゆかなくても、発現の諸条件について検討することは、対策の上でも役立つものと考えられる。

このような目的で、著者らはレ現象に焦点をあわせ、レ現象をまず確認し、確認した群における蒼白発作時、非発作時の特徴的変化の追究を試みたのである。

Gurdjian と Walker (1945)⁶⁾は、手の局部的冷却よりも全身の冷却が血管れ縮をおこしやすいことを報告しているが、本報では局部的冷却によるレ現象誘発のための諸条件を比較検討し、レ現象の発現から回復に至るまでの経過を皮膚温度によって追跡し、その機序を観察したので、以下、その成績について報告する。

II. 検 査 方 法

レ現象の誘発確認は、手指の蒼白を訴えるチェン・ソー作業員14名について行なった。誘発の条件として、1) 室温28°C、2) 室温6°C、両手25°C保温、3) 室温6°Cの3条件を選び、比較検討した。2)の条件は、室温6°Cの人工気候室で両手腕関節までを保温箱にいれ、両手のみを25°Cに保温したものである。

各条件で、入室20～30分後に皮膚温が環境に適應して安定したことを確かめてから、4°Cの冷水に1分間浸漬した。浸漬後直ちに、タオルで水滴をとり、それぞれの条件で手指の蒼白が発現するか否かを、その後30分間観察した。

また、このようにしてレ現象の確認された群と対照群について、前記の3条件及びレ現象発現時における皮膚温を測定した。測定は入室直後から4°C冷水負荷後20～40分に至るまでに行い、芝浦電子製サーミスター、ブリッジ・ボックス、電子管式自動平衡記録計によって、30秒間隔で、連続的に記録した。皮膚温はサーミスターのあて方、圧力によって相当変動するので、ベークライトでサーミスターを保持する枠を作り、掌側を上にして、20gの圧下で、左右第Ⅲ指（第Ⅲ指にレ現象が発現する被験者が多かったので）掌側末節で測定した。

対象者は、1)の条件ではレ現象を確認したチェン・ソー作業員8名（レ現象有群）、対照群6名（集材手、手刈者）、2)、3)の条件ではレ現象有群12名、対照群13名（集材手、手刈者）で、対照群の年齢別構成はレ現象有群にあわせた。計算には電子計算機 HIPAC 108 を用いた。

III. 成 績

1. レ現象の誘発

各条件におけるレ現象の誘発率を表1に示してある。冷水負荷は各条件とも共通しているので、誘発率でもって各条件が比較される。

室温28°Cの条件でレ現象の誘発されたものは1名もなく、誘発率は0%であった。たしかに、レ現象の発作の誘因として寒冷が関係している。

Tab. 1 Provocation of Raynaud's Phenomenon

Conditions	Ratio of provoked cases
Room temperature 28°C	0%
Room temperature 6°C (Both hands kept warm at 25°C)	14.2% (2/14)
Room temperature 6°C	78.5% (11/14)
Total	85.7% (12/14)*

*The same subject is included in two conditions.

室温6°C、両手25°C保温の条件は、全身的な寒冷によって蒼白発作がおこるとして、局所の保温が発作をどの程度少なくすることが出来るのか、また発作の発現には局所の条件が全く関与しないのかどうか、発現機序を解明する糸口たらんことを期待して選んだ。その結果、14名中、2名にこの条件でレ現象が誘発され、誘発率は14.2%であった。1名 (M. O.) は4°C冷水浸漬7分後に左Ⅲ指が白変し、5分間で消失したが、他の1名 (T. S.) は冷水浸漬直後、赤くなり、やがてチアノーゼを認め、14分後に左右Ⅲ指が蒼白化し、さらに左右Ⅳ、Ⅴ指にもレ現象が発現した。

室温6°Cの条件で誘発されたものは、14名中、12名で、誘発率は78.5%であった。これらの誘発率は χ^2 -test で、各条件間に1%以下の危険率で有意差を認めた。

室温6°C、両手25°C保温の条件で誘発されたもののうち1名は、気温6°Cの条件でも誘発されているので、以上の検査での誘発率は85.7%である。

なお、これまでにレ現象の発現を認めず、全くその訴えのなかったチェン・ソー作業員 Y. S. (経験年数8年) に、気温6°Cの条件で、はじめてレ現象が誘起された。

2. 皮 膚 温 度

皮膚温が特定の環境で安定するまでに、レ現象有群と対照群で、それぞれ特有の傾向を示すかどうかを吟味したが、両群に特徴的な差異が認められず、それは個体差というべきもので、とくに寒冷環境で皮膚温が安定するまでの経過には、相当の個体差が存在していた。ここでは、皮膚温が安定して4°C冷水浸漬を行なったのちの皮

膚温の低下、回復について述べる。

(1) 室温28°Cの条件：この条件における冷水浸漬後の皮膚温の推移を、Fig. 1 (A) に示してある。浸漬1分後の皮膚温度（平均値±標準偏差）は、レ現象有群で $25.9 \pm 2.1^\circ\text{C}$ （左）、 $27.2 \pm 1.9^\circ\text{C}$ （右）、対照群は $24.8 \pm 1.6^\circ\text{C}$ （左）、 $25.8 \pm 2.5^\circ\text{C}$ （右）を示した。変異係数は10分まで高く、最も高いもので、レ現象有群12.9%（左）、15.4（右）、対照群で14.1%（左）、15.6%（右）であったが、15分後から著しく低くなっており、変異係数の最も低いもので、レ現象有群2.1%（左）、3.0%（右）、対照群1.5%（左）、2.7%（右）であった。Fig. 1 (A) の如く、レ現象有群と対照群の間には皮膚温の低下、回復に有意な差が認められなかった。

但し図に示す如く、レ現象発現者 T.S. に顕著な皮膚温の低下と回復遅延を認めた。T.S. は昭和37年11月にレ現象が初発し、今日まで発作回数40~50回を訴えていた人である。個別別にみると、このように28°Cの気温条件でも皮膚温の低下、回復遅延を示す例があった。

(2) 室温6°C、両手25°C保温：この条件での冷水浸漬後の皮膚温の最低は、レ現象有群で $14.9 \pm 1.9^\circ\text{C}$ （左）、 $15.5 \pm 1.9^\circ\text{C}$ （右）、対照群で $14.1 \pm 1.5^\circ\text{C}$ （左）、 $13.9 \pm 1.4^\circ\text{C}$ （右）であった。また20分でレ現象有群 $18.1 \pm 1.2^\circ\text{C}$ （左）、 $18.2 \pm 1.2^\circ\text{C}$ （右）、対照群 $17.8 \pm 0.8^\circ\text{C}$ （左）、 $17.7 \pm 1.1^\circ\text{C}$ （右）の皮膚温を示した。

この条件でも、両群間には皮膚温の低下、回復に有意差を認めなかった。

前に述べたように2名にレ現象が誘発されたが、左Ⅲ指にレ現象が発現した被験者 M.O. の冷水浸漬前、蒼白消失後の皮膚温は、左Ⅲ指の方が右Ⅲ指よりもそれぞれ 0.7°C 、 0.9°C 高く、また蒼白発現時の左Ⅲ指の皮膚温も、蒼白の認められなかった右Ⅲ指よりも 1.1°C 高かった。即ち蒼白発作時に皮膚温は低下していなかった。左・右Ⅲ指に蒼白の発現した被験者 T.S. の、発作時の皮膚温の左右差は 0.6°C で、浸漬前の左右差 0.7°C とほとんど変りがなかった。

(3) レ現象の発現回復経過：Fig. 1 (C) に示したのは室温6°Cの条件でのレ現象有群、対照群の皮膚温の変化である。

この場合、レ現象有群では4°C冷水浸漬後にレ現象が発現しているので、両群を比較することはできない。レ現象の発現から回復までの特徴を、個々の例について検討した。

i) 片方の手指にレ現象が発現した場合

Fig. 2 (A)~(C)は左手指に、Fig. 3は右手指にレ現象が

Fig. 1 Changes of average finger temperatures

発現した例である。

被験者 K.O. では、冷水浸漬直後に左Ⅲ指に白指が現われ、7分（冷水浸漬6分後）で赤変して消失し、15分で手がはてることを訴えた。その後、左Ⅲ指の皮膚温は急激に高くなってゆき、20分で 15.4°C 、浸漬前の 8.0°C にくらべ、 7.4°C 高くなっている。蒼白の発現しなかった右Ⅲ指の皮膚温は、4分頃（浸漬3分後）から徐々に上昇してゆき、17分で 15.1°C であった。

Fig. 2 (B) に示してある被験者 K.Y. は浸漬1分後

に左Ⅲ、Ⅳ指が蒼白化した例であるが、浸漬16分後にも左Ⅲ、Ⅳ指の指尖に蒼白が認められ、そのまま検査を終えた。この場合も、蒼白の発現しなかった健指（右Ⅲ指）で6分から皮膚温の上昇がみられたが、高いといってもせいぜい 1.0°C 、前値よりも高い程度の上昇である。

被験者 K. H. でも左指にレ現象が認められたが、冷水浸漬4分後に左Ⅱ、Ⅲ指が蒼白となり、21分に左Ⅳ指も蒼白化した。この場合も右Ⅲ指の皮膚温は20分から上昇をはじめ、29分で 18.4°C であった。

Fig. 3は右指にレ現象が発現した例(被験者 S. I.)である。冷水浸漬直後、右Ⅲ指が白変、8分で右Ⅱ指も蒼白、10分で左Ⅲ指がほてって急激に皮膚温が上昇し、16分で 19.1°C を示し、浸漬前値よりも 9°C 高くなっていた。レ現象がおこっていた右Ⅲ指は16分(浸漬15分後)で蒼白が消失し、同時に右Ⅲ指のほてることを訴えたが、21分で 19.6°C (浸漬前値よりも 9°C 上昇)の皮膚温であった。

ii) 両方の手指にレ現象が発現した場合

Fig. 4～Fig. 6に左・右両指にレ現象が発現した時の皮膚温の変化を示してあるが、被験者 Y. S. では約5分で左Ⅲ、Ⅴ指、右Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ指が蒼白化し、被験者 Y. K. では冷水浸漬2分後に左Ⅲ指が白変し、5分後で左Ⅲ、Ⅳ指、右Ⅲ、Ⅳ指に蒼白が認められ、さらに10分で左Ⅴ指にも蒼白が発現したが、何れも20分に至ってもなお白色を残していた。これらの例では20分で検査をやめたが、長時間にわたって観察した被験者 T. S. (冷水浸漬直後に左Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ指蒼白、浸漬5分後に右Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ指蒼白)では、21分頃で右Ⅲ指が発赤しはじめて、やはり皮膚温の急激な上昇を示しており、34分頃から左手指にほてりが訴えられて皮膚温が高くなった。例えば右Ⅲ指の皮膚温は26分で 20.7°C (浸漬前より 11.2°C 上昇)であった。

Fig. 6は皮膚温を測定したⅢ指ではなく、左右Ⅳ指に

Fig. 2 Changes of finger temperatures when Raynaud's phenomenon occurred in the left hand

冷水浸漬2分後に蒼白が発現した例である。この被験者 K. S. は、5分で左Ⅲ指にはげしい疼痛としびれを訴えて発赤し、9分で右Ⅲ指にも発赤が認められた。8分頃に左右Ⅳ指の蒼白が消失した。この場合にも、皮膚温の顕著な上昇が蒼白の発現しなかった指で認められる。左Ⅲ指は11分で 20.5°C (浸漬前より 11°C 上昇)、右Ⅲ指は15分で 19.4°C (浸漬前より 9.3°C 上昇)の皮膚温を示している。

以上を総括すると、レ現象が発現した指の同側あるいは他側のレ現象の認められなかった指の皮膚温は、レ現象の消失する前に、本研究では浸漬後 8.2 ± 5.8 (平均値 $\pm$

Fig. 3 Changes of finger temperatures when Raynaud's phenomenon occurred in the right hand

Fig. 4 Changes of finger temperatures when Raynaud's phenomenon occurred in both hands

標準偏差)分に $8.6 \pm 1.9^{\circ}\text{C}$ の急激な皮膚温の上昇を示した。これを仮りに皮膚温の反跳現象と名づけたが、この現象は、レ現象の発現した指ではレ現象が消失する際に観察される。対照群ではこのような現象は全くみられない。レ現象の消失を確認できなかった例では、このことがみられなかったけれども、長時間観察した T. S. の場合から、レ現象の消失前後に、やはりこの反跳現象がおこるであろうことが推定される。レ現象の発現しなかった指の反跳現象のおこる時期は、レ現象の消失時期と関係があり、それが遅れば、おそく現われる。これらの例ではレ現象消失3～6分前に現われている。一方、レ

現象発現指の反跳現象はレ現象消失直後に現われる。

この試験でレ現象が発現しはじめたのは、 4°C 冷水浸漬後、 2.0 ± 1.9 分で、消失を確認しなかった例以外では、 16.2 ± 12.0 分持続した。レ現象発現指と非発現指の浸漬前の皮膚温を比較してみても、レ現象発現指の方が高い例もあって、必ずしも低くはない。

蒼白の発現している指の皮膚温と蒼白の認められない指の皮膚温とを比較してみると、左皿指に蒼白の発現した K. Y. の発現時の皮膚温は 7.5°C 、 7.4°C 、 7.2°C 、 7.2°C 、発現しなかった右皿指のその時の皮膚温は 7.5°C 、 7.5°C 、 7.3°C 、 7.2°C で、ほとんど蒼白指に低下が認められない。同じく左皿指に発現した K. O.、K. H. でも、発現時に右皿指よりも $0.5 \sim 0.7^{\circ}\text{C}$ 、 1.5°C 皮膚温が低下しているが、浸漬前、すでにそれぞれ、左皿指の方が右皿指よりも $1.2 \sim 1.3^{\circ}\text{C}$ 、 $1.6 \sim 1.7^{\circ}\text{C}$ 低いので、蒼白によって皮膚温が低下したとは結論しがたい。右皿指に発現した S. I. では、浸漬前に左よりも $0.5 \sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 高かった右皿指の皮膚温が、蒼白時に左よりも $0.1 \sim 0.3^{\circ}\text{C}$ 低くなっており、蒼白発作時に発現指の皮膚温の低下が認められるが、6分、7分では蒼白があるのに、逆に蒼白指の皮膚温が蒼白のない指よりも高くなっている。

両手に発現した Y. K.、T. S. の例では、1方の皿指にまずレ現象が発現し、その後、他方の皿指に発現していたが、その間に、それに応じた皮膚温の変動というものは認められない。

IV. 考 察

産業職場で振動にばく露する様式として、交通車輛、農耕用車輛の如く足あるいは臀部を経て胴体の振動をおこすものと、さく岩機、鋳締機あるいはチェン・ソーの如き振動工具によって、手や肘等の体の特定部位、手一腕系に伝達する2条件が挙げられるが、何れも骨、関節の変化が、前者では脊柱に、後者では腕一、肘関節に発現し、また前者でも末梢血管機能の変化が報告されているが、後者ではその障害が強く表出されており、いわゆる職業性レイノー現象として特記されている。これらの振動障害は作用する振動強度、密度及び作用部位の相違によって、また、ばね作用、粘性抵抗を有する体組織の damping medium としての効果の程度によって障害の発現する部位、症候の軽重が理解されて、将来、同じ機序で説明される可能性が存在している。

この振動障害を解明してゆく手順として職業性レイノー現象に着目して、それを糸口とすることも一つの方法であるが、蒼白発作の基盤である末梢血管の異常状態を

Fig. 5 Changes of finger temperatures when Raynaud's phenomenon occurred in both hands

Fig. 6 Changes of finger temperatures when Raynaud's phenomenon occurred in other fingers

目標とした診断基準を確立するためにも、誘発の諸条件を検討し、誘発の確認された者について追究してゆくことが必要である。もしレ現象発現の訴えがなくても、特定の条件でそれが誘発されるとすれば、その人をレ現象が発現しない群に見逃す危険が大きいからであり、障害を早期に発現する方法を模索しつつある現状でもあるので、訴えのみを対象の特性として用いることには慎重でなければならない。

著者らの誘発試験で、レ現象の発現をそれまでに訴えていなかったチェン・ソー作業8年の人に、はじめてレ現象が誘起されたが、このような潜在者がいることに留意しなければならぬ。この被験者は寒冷に対して抵抗性があることを述べていた。飯田⁷⁾は -10°C で凍結をきたさなかった例で著明な寒冷血管反応を認め、寒冷血

管反応を示す例では凍傷罹患性が少ないことを述べているが、レ現象抵抗性は寒冷血管反応、ヒスタミン感受性などで説明されないとしても、何か抵抗性の主体となるものの存在を推定することも出来るが、この例はそれよりもむしろ発作の誘因としての寒冷が効果的に作用しなかったためと考えられる。現に誘発されたからである。

Raynaud 病の病態生理に関して、高位交感神経中枢の機能亢進説と血管壁自体の機能障害説とがあるが、Heimbecker と Bishop²⁾ は血管壁のアドレナリンに対する感受性の上昇、Mendlowitz⁸⁾ らはノルアドレナリンに対する感受性の増加を報告している。寒冷がレ現象発現の唯一の誘因であるならば、両手を 25°C に保温した条件での誘発率は、局所条件が関与せずに発作が起る場合には、少なくとも室温 6°C の条件での誘発率に接近

すべきであり、また局所の条件のみがレ現象の発現に関与するならば、誘発率は0%に接近すべきは必ずである。

Lewis は指の血管の局部冷却で発作がおこり、冷却された部分に痺れに限局することを述べてはいるが、Raynaud 病に関して Keele ら⁹⁾ が記載しているように、職業性レイノー現象も寒冷にばく露すると、表在性血管は一部は直接作用で、他方、交感性血管運動神経を通して反射的に収縮されることで起ると考えるのが妥当と思われる。

血管壁自体の変化については biopsy¹⁰⁾、毛細管顕微鏡像^{2,11)} などですでに報告されており、また発作は寒冷感を覚えた時におこると訴えられていることから、発作そのものは反射的であり、中枢神経系の異常があることも確かであろう。ただ振動障害一般に関していうと、振動によって侵襲される系は、レ現象の発現と神経炎、骨、関節の変化などと同じであるのか、直接的関係はないのか、または無関係なのかは、なお検討すべき問題といえよう。

寒冷環境6°Cで両手を保温すると誘発率が極めて低いことは、治療にまで拡大できないが、少なくともレ現象の発作が手指の保温によって軽減されることを意味しており、レ現象の発現に関して振動障害対策上、手指の保温が効あることを示している。

冷水浸漬によって比較的良好に誘発されたことには、特定の環境で皮膚温が安定したことを確かめてから行なったことが関係している。皮膚温が6°Cの条件なら、6°Cの環境温度に近づいて安定しないままに冷水浸漬を行うと、相当誘発率が低くなる。前にも述べたように、皮膚温が特定の環境で安定するまでには相当の個体差があり、とくに寒冷環境ではそれが著しく、従って、寒冷環境に入って瞬時に冷水試験を行なって皮膚温の低下、回復を観察するには慎重を要し、その場合には長時間、冷水に浸す必要があると考えられる。ただ、室温6°Cの条件でも100%の誘発率でないことから、誘発の再現性が低いことも予想されるので、さらに誘発の再現性について検討する余地がある。

末梢循環の検査法として皮膚温、プレチスモグラフィ、毛細管像、biopsy などが挙げられているが、皮膚温はプレチスモグラフィよりも小さい変化をとらえ¹²⁾、また限られた部位の測定にも適しているため、レ現象を追究するためにもこれを用いた。

Lloyd Davies ら¹³⁾ は、約20~34°Cの温暖な気候条件で振動工具を使用している人達について冷水浸漬を行なっても、レ現象の徴候が認められなかったことを報告

しており、このことは、レ現象の発現には現場の気温を相当考慮しなければならぬことを示している。対象とした振動工具使用者は一定の管内に属しているので、現場の気温にもたいした差がないと考えて、この点は無視しうる。

レイノー症状がおこるには critical temperature (臨界温度)^{14,15)}があり、病気の進展とともに高くなると言われているが、気温28°Cの条件で顕著な皮膚温の低下、回復遅延を認めた例があった。この人は、3年間で約40~50回というレ現象の発現を最も頻りに訴えていた人であるが、この条件ではレ現象こそ発現しなかったが、その素地としての末梢循環機能障害の徴候が現われており、この徴候があらわれることにも臨界温度が存在すると思われる。この例は、病気が進展して末梢循環機能障害の認知される臨界温度の高くなった例と解することができ、この臨界温度の高低によって重症度を判断することも可能であろう。重・軽症度を知るためにも、今後、28°Cのような高温環境でも皮膚温の回復遅延を検討する必要があると考えられる。

細小動脈、メタ細小動脈、前毛細血管括約筋あるいは細静脈と区別するのは難しく、また微小循環における plasma skimming 現象^{17,18)}を顧慮すれば簡単にわりきれないと思うが、皮膚の色は表面の毛細血管と下部毛細管叢の口径に基づいており、毛細血管が収縮すると皮膚は蒼白になる⁹⁾。また皮膚温を左右するのは、主として下部毛細管叢よりさらに下層の小動脈であり、下部毛細管叢が収縮して皮膚が蒼白になっても、下部の小動脈の血流量が多いと皮膚温は高く保たれるという¹⁶⁾。著者らはこのことから、レ現象には下部毛細管叢が収縮して蒼白になっても皮膚温が低下しない型と、小動脈の血流量も少なくなつて、蒼白と同時に皮膚温も低下する型があり、重症度もそれによって判定できるのではないかと想定したのであるが、レ現象の発現時に、レ現象発現指はレ現象の発現していない指よりも、必ずしも皮膚温は低下していなかった。Keele ら⁹⁾ はさらに寒冷気候で皮膚がつめたく、色が赤あるいは蒼白であるのは、その場合、どちらの細小動脈も収縮してはいるが、赤色の皮膚では毛細血管が拡張し、蒼白の皮膚では毛細血管も収縮していると記載しており、また高木¹⁹⁾は、皮膚が白くて温いのは、細動脈、動脈に血流量が多いが、乳頭毛細血管にはないときにおこると述べている。6°Cの寒冷環境で誘発されているので、レ現象発現指、非発現指いずれの皮膚温も低下してはいるが、両者に皮膚温の差がほとんどないことから、細小動脈収縮の程度は同じであつて

も、皮膚の色に関係ある毛細血管あるいは下部毛細管叢の収縮、拡張の程度が異なること、あるいは発現指と非発現指の細動脈、動脈の血流量には変りがないが、乳頭毛細管の血流量にちがいがあると考えられる。Raynaud氏病で蒼白指の温度低下が強いという報告¹⁵⁾も、冷却前値にすでに差があることを考慮すれば、低いと断ずることもできず、皮膚温を患者と検者で比較するのでは個体差のみをみている危険もある。もっとも、レ現象発現時と対照指で皮膚温差がないことは、6°Cという寒冷環境では健指の皮膚温も極端に低下するので、その条件で誘発された場合にのみあてはまることで、実際のレ現象の発作時には、皮膚温の低下する例もあれば低下しない例もあるのかもしれない。

レ現象の消失前に、レ現象発現指と同側あるいは他側のレ現象非発現指に、レ現象の消失とともにレ現象発現指にも、冷水浸漬前値より $8.9 \pm 1.9^\circ\text{C}$ も上まわる急激な皮膚温の上昇が現われ、これを仮りに皮膚温の反跳現象と名づけた。この現象は、同じ気温6°Cの条件でレ現象の発現しなかった対照群では全く認められなかった。

血流をとめ、ついで阻止をとり除くと、数秒内に流量が増加し、潮紅してくる現象は反応性充血^{9,20)}と呼ばれており、また手指の寒冷ばく露、冷却によって皮膚温は下降、上降と波動的に変動するが、この反応をLewis, Grant⁷⁾はvascular reaction to coldと呼び、cold-induced vasodilatation (CIVD)、Lewis現象、Hunting現象、寒冷血管反応ともいわれている。このLewis現象がおこる条件として、冷却前の全身及び局所の皮膚が暖いことが必要であるとされている。皮膚温の反跳現象が寒冷によって血流が止められるためにおこる反応性充血、寒冷ばく露、冷却によっておこる寒冷血管反応だとすると、同じ条件で寒冷ばく露、冷水浸漬を行なってレ現象の発現しなかった対照群でも認められるべきであり、対照群で全くこれが認められなかったことから、レ現象の発現、回復時の特異な異常現象と考えられ、同側の指のみならず、他側の指にもみられたことから、脊髄におけるsynapseの連絡が考えられる。またその程度は症度に関係あるものの如く、初発してから2回程度しか発作を訴えていない人での皮膚温の上昇は比較的小さい(被験者 K. Y.)。

寒冷血管反応の程度は動・静脈吻合の数と比例するので、Lewis, Grandらは、寒冷血管反応には動・静脈吻合が関係しており、軸索反射によって発生すると考えているが、飯田²¹⁾は、本反応には動・静脈吻合の存在は必ずしも必要でない結論している。また関²²⁾は、Lewis

現象時にガス交換の行われる微細血管から組織への O_2 供給が増加することから、毛細管の方に流れる血流増加が大きく関係していると解釈している。レ現象がおこった時の非発現指、発現指の皮膚温の反跳現象は、皮膚温の上昇程度から毛細管への血流増加とも考えられるが、動・静脈吻合によるのか、その他の機構に基づくのかは、微小循環の O_2 濃度測定などによって明らかになるものであろう。

V. 結 語

振動工具使用者に冷水浸漬によってレイノー現象の誘発を試み、これを3条件で比較し、各環境温度条件並びにレイノー現象発現回復時の皮膚温度を観察した。

1) 誘発率は室温28°Cの条件で0%, 室温6°C, 両手25°C保温の条件で14.2%, 室温6°Cで78.5%であった。このことから職業性レイノー現象は、まずは寒冷の全身的ばく露で、また寒冷の手指への直接作用によってもおこると考えられる。

2) 両手保温の条件では誘発率が低いので、手指の保温は振動障害対策上、発作予防という点で効果のあることを認めた。またレイノー現象の訴えない人にも潜在者がいることを指摘した。

3) 室温28°Cの条件で、蒼白発作が3年間で40~50回おこると訴えていた人に顕著な皮膚温の低下、回復遅延をみたが、蒼白発作が現われなくても、微小循環の異常が認知される臨界温度が存在し、この例はその臨界温度の高くなったものと解した。

4) 職業性レイノー現象がおこった時の発現指の皮膚温度は、発現しなかった対照指よりも必ずしも低くはない。発現指、非発現指の乳頭毛細管の血流量にちがいがあっても、細動脈、動脈の血流量にはほとんど変りがないと考えられる。また冷水浸漬前の皮膚温度も発現指の方が低いとは限らない。

5) レイノー現象の回復前に同側あるいは他側の非発現指に、回復直後に発現指に、冷水浸漬前値を $8.9 \pm 1.9^\circ\text{C}$ 上まわる皮膚温の急激な上昇がみられ、これを皮膚温の反跳現象と名づけたが、この現象は対照群では全くみられないので、反応性充血、寒冷血管反応などとは異なる、レイノー現象発現時の特異な病的現象と考えられる。

稿を終えるにあたり、御教導下さった西野陸夫教授、安倍三史教授に感謝の意を表し、御協力頂いた田中則子さんはじめ教室員各位に篤く御礼申し上げます。

本稿の要旨は、第39回日本産業医学会で報告した。

文 献

- 1) Lewis, T. & Pickering, G.W.: Mendlowitz, M., Naftchi, N.: The digital circulation in Raynaud's disease, *Am. J. of Cardiology*, November; 580~584, 1959 による。
- 2) Raynaud, M.: 関清, 末梢血管疾患, 現代内科学大系 V; 178, 中山書店, 1965 による。
- 3) Agate, J.N.: An outbreak of cases of Raynaud's phenomenon of occupational origin, *Brit. J. Industr. Med.* 6(3); 21~23, 1953.
- 4) Hagen, H.J.: Erkrankungen durch Pressluft-Werkzeugarbeit, Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig, 1947.
- 5) 松藤 元: 振動, 職業病管理; 164~165, 医歯薬出版, 1963.
- 6) Gurdjian, E.S. & Walker, L.W.: Traumatic vasospastic disease of the hand (white fingers), *J. A.M.A.* 129(10); 668~672, 1945.
- 7) 飯田敏行: 寒冷血管反応の生理的意義に就て, *日生理誌* 11; 73~78, 1949.
- 8) Mendlowitz, M. & Naftchi, N.: The digital circulation in Raynaud's disease, *Am. J. of Cardiology*, November; 580~584, 1959.
- 9) Keele, A. C. & Neil, E.: Reactive Hyperaemia, Raynaud's disease, Samson Wright's Applied Physiology; 155~160, Oxford University Press, 1961.
- 10) Ashe, W.F., Cook, W.T. & Old, J.W.: Raynaud's Phenomenon of occupational origin, *Arch. of Environmental Health* 5; 333~343, 1962.
- 11) 所 知雄, 石川浩一, 竹内一夫, 川瀬貞臣: 振動工具による Raynaud 症候群, *日外会誌* 57(1); 86~108, 1956.
- 12) 吉田敬一: 私信。
- 13) Lloyd Davies, T.A., Glaser, E.M. & Collins, C.P.: Absence of Raynaud's phenomenon in workers using vibratory tools in a warm climate, *Lancet* May 18; 1014~1016, 1957.
- 14) de Takats, G. & Fowler, E.F.: Raynaud's phenomenon, *J. A.M.A.* 179(1); 99~106, 1962.
- 15) 木村忠司, 恒川謙吾: Raynaud 病, *内科* 15(3); 574~586, 1965.
- 16) 朝比奈一男: 血管に関する生理, 病態生理学, 医歯薬出版, 1956.
- 17) Fourman, J. & Moffat, D.B.: The effect of intra-arterial cushions on plasma skimming in small arteries, *J. Physiol.* 158; 374~380, 1961.
- 18) Asano, M., Yoshida, K., Tantai, K.: Blood flow rate in the microcirculation as measured by photoelectric microscopy, *Bull. Inst. Publ. Health* 13(3); 201~204, 1964.
- 19) 高木健太郎: 皮膚の血液循環, *医学のあゆみ* 57(5); 359~365, 1966.
- 20) Guyton, A.C.: The systemic circulation, *Textbook of Medical Physiology*; 365~377, Saunders Co., 1961.
- 21) 飯田敏行: 寒冷血管反応に関与する血管について, *日生理誌* 11; 79~85, 1949.
- 22) 関 清: 人体末梢組織の酸素濃度, *医学のあゆみ* 30(12); 725~731, 1959.

(37ページより)

たが、これが売出される前に、その発癌性が動物実験的に証明されたので、発売は中止させられ被害を避けることができたという、よく知られた事実から考えても、諒解していただけることと思う。英国では、発癌物質を取扱う研究者の防禦が最近問題になっている。発癌物質を、我々の生活環境から安全に除くことは出来ないが、その量を最小にする努力を怠ってはならない。所で英国では、職業性膀胱癌の原因物質である芳香族アミンの製造取扱いを規制しようとしているが、米国では、どのような規制があるか。

Dr. Hueper: ペンシルバニア州では、 β -ナフチラミンの製造は、禁止されているが、他の州では、そのような規制はない。South Carolina では、製造工場があり、膀胱癌が発生している。

司会者: National Cancer Institute として、職業癌の問題をどのように考え、どのような方針のもとに研究を行なっているか。

Dr. Mitchell: 現在 NCI は、アスベストによる職業性肺癌の重要性に注目し、この方面の研究に対し積極的に研究費の助成を行なっている。又最近の注目すべき傾向として、企業がこのような職業癌の調査研究に対し、より協力的になっていることを指摘しておきた

い。

最後に鯉沼理事長から「職業癌に関する国際的懇談会を我が国で、開かれたのは本会が最初であり、極めて有意義であったと考える。職業癌は、将来ますます重要になってくる問題であると思うので、これを機会により密接な国際協力のもとに研究を進めていってほしい」との結びの言葉をいただき、会をとじた。勿論、時間の制約のために討議された内容は極めて限られたものであり、参加者すべてが開きたりない、云いたりない思いをもったのであるが、これが将来のよりよき情報交換のために、大きな貢献をなしたことはいなめない事実であると考え。外国人ゲストの中には1969年東京において開催予定の国際産業医学会において、もっと時間をかけた職業癌研究会を、我々の企画のもとに開くことを、要望した人がいた。勿論これは我々会員一同の切望する所であり、ひそかにその実現を期しているものである。本討議会が、そのような来たるべきより広範なより精細な職業癌国際会議のための予備会議的役割をも果たしたことに、本会議の意義があったと、考えられるのである。

なお本会の開催にあたり、労働衛生サービスセンター久保田重孝氏、八幡製鉄所河合正武氏の格別の御援助があったことを、申し添えておきます。