



寒冷地における体育に関する研究（第1報）：  
寒冷暴露による皮膚温，反応時間および筋力の変化  
について

|       |   |
|-------|---|
| メタデータ | 言語: Japanese<br>出版者: 北海道教育大学<br>公開日: 2012-11-07<br>キーワード:<br>作成者: 須見, 芳紀, 小林, 禎三<br>メールアドレス:<br>所属: |
| URL   | <a href="https://doi.org/10.32150/00001658">https://doi.org/10.32150/00001658</a>                   |

## 寒冷地における体育に関する研究(第1報)

寒冷暴露による皮膚温, 反応時間および筋力の変化について

須見芳紀・小林禎三

北海道教育大学旭川分校体育研究室

Studies on the Physical Education in Cold Areas. I.

Changes of Skin Temperature, Reaction Time and Muscle Force due to Cold

Yoshinori SUMI and Teizo KOBAYASHI

Physical Education Laboratory, Asahikawa Branch,

Hokkaido University of Education, Asahikawa-shi

## 1. 緒 言

冬の長い期間, 寒冷のもとにおかれる地域の学校においては, 体育指導あるいは児童・生徒の健康管理上きわめて重要視される数多くの問題がある。冬期間の体育を, 学校の種々な実状やその地域の気候状況に応じてスキー, スケートに重点を置いて実施している学校もみられるが, 完全な指導計画のもとで遂行することは困難なことである。特に小学校・中学校においては学校行事の一環としてスキー遠足等を実施するのが一般的であり, 冬期体育の大部分は屋内体育館や積雪の少ない地域のみ屋外で行なわれるのが現状である。

外部環境の限らない変動に対し生体は, 常に自己の内部に安定した恒常的な状態, 所謂 Homeostasis を維持し続けてゆくことができるといわれる。しかし寒冷下に暴露されたときの皮膚温の変化は, 身体の表面, 特に末梢の手足の血行が減退することによる低下が著しく, 体温の恒常を保つのは主として軀幹についてである。

人間の身体が調子よく活動できる環境温度は $14\sim 24^{\circ}\text{C}$ の範囲である<sup>3)</sup>とされており, その範囲外の温度においては筋機能の低下がみられるといわれる。藤下<sup>4)</sup>は $-6^{\circ}\text{C}$ の低温に20分間暴露したときの筋力を握力計で測定し, その低下を認め, また阿久津<sup>5)</sup>は, 運動に最も適した筋温は $37.5^{\circ}\text{C}$ 前後であるから, 寒冷時のW-up量の重要性を報告している。

著者らは,  $0^{\circ}\text{C}$ 以下の環境で実施せざるをえない地域の学校体育において, その学習方法, 能率, 効果の点に着目して研究をすすめることにしたが, 今回寒冷が生体におよぼす影響について皮膚温度, 全身反応時間, 筋力および自覚症状の面から追求検討したのでそれを報告する。

## 2. 実験方法

被検者は本学体育専攻の健康なる男子学生7名である。皮膚温測定はサーミスター温度計を使用し, 後頭部, 手指部, 大腿部, 足趾部温度を測定した。全身反応時間は図1に示した装置を作製し, 被検者には用意の合図で跳びやすい姿勢をとらせ, 前方2個の電球に注意させ, 点灯した側へ30cmの距離を両足で移動させた。最初に立っている板から両足が離れた時にIの電気ストップウ

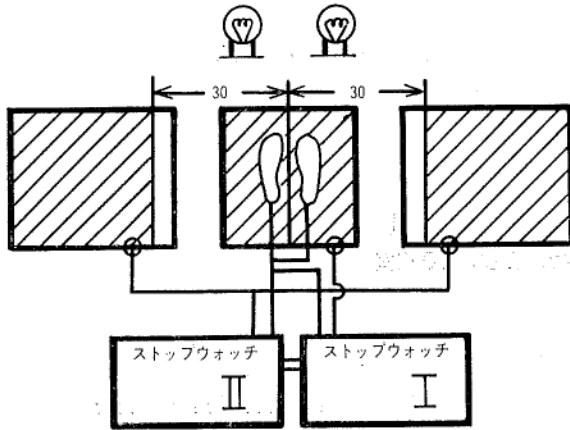


図1 全身反応時間の測定装置

表1 寒冷暴露時の環境条件

| 被検者 | 気温<br>°C | 気湿<br>% | 気流<br>m/sec | カタ冷却力 |
|-----|----------|---------|-------------|-------|
| A   | -7.7     | 40      | 0.06        | 13.3  |
| B   | -4.9     | 42      | 0.08        | 12.7  |
| C   | -3.7     | 48      | 0.05        | 11.5  |
| D   | -2.6     | 40      | 0.11        | 13.1  |
| E   | ±0.0     | 45      | 0.08        | 12.0  |
| F   | +4.0     | 48      | 0.05        | 9.3   |
| G   | +5.3     | 48      | 0.02        | 8.2   |

オッチが停止し、30 cm 移動して両足が完全に板に着いたとき II の電気ストップウォッチが停止するようにセットした。筋力はスメドレー握力計を用い、右左を測定し

た。

実験条件は、着衣気候状態を一定にするために同質の（アクリル系）トレーニングシャツとパンツを上半身裸体に着用させた。寒冷負荷前は室温 16~20°C、湿度 45~60% に保った部屋で椅位安静状態をとらせて各項目の測定をし、その後に表 1 に示すごとき環境条件下で暴露直後、10 分、20 分、30 分後に測定した。

被験者には前もって全身反応時間、握力の測定法を十分に習得せしめた。

### 3. 結 果

#### 3.1 皮膚温度の変化について

平均皮膚温は後頭部皮膚温と大腿部皮膚温の平均温度である。寒冷暴露直後、10、20、30 分後に測定し、時間経過と温度変化を図 2 に示した。暴露前値の平均皮膚温は個人差があまりなく、32.0 ±1.0°C の範囲に示されたが、30 分後では 2~6°C の低下がみられた。

図 3、図 4 はそれぞれ手指部温度と足趾部温度の変化をあらわしたものである。この部位は他の測定点と異なり個人差が大であり、また直接寒冷に暴露されていることから著しい低下がみられた。室内環境温度の高低と皮膚温の低下度合いについてはほぼ平行している傾向がうかがわれ、気温がプラスであった 2 例はいずれも他に比較して変化が小であった。

寒冷暴露時の自覚症状および観察においては、気温 0°C 以下の 4 例の被検者は 5~10 分後で、「全身的に寒い、手・足がすごく冷たい、手・足先が痛い、鼻・耳が冷たい」等の訴えが多く、顔面紅潮や手足の色の変化が主としてみられた。また 20~30 分後には間けつ的な四肢の震えから全身の震えが連続し、「つらい、もうれつに寒い」の訴えがあり、椅位状態でじっとしているのが困難な様子が観察された。他の 3 例では前者のごとくではないが、全身的な寒さと手足の冷たさを訴えていた。

#### 3.2 全身反応時間について

合図で姿勢をとり、ランプがついてから 30 cm 離れた板上に両足が着くまでの時間を総合時間、ランプがついてから完全に両足が離れるまでの時間を反応時間、その両者の差を運動時間として考え<sup>6)</sup>、前値と寒冷暴露 30 分後について比較検討した。

負荷前後の平均値と標準偏差は表 2 のごとくである。負荷前・後の平均値において有意な低下を示したものは、反応時間については 7 例中 5 例、運動時間では 7 例中 2 例であった（表 3）。また反

寒冷地における体育に関する研究

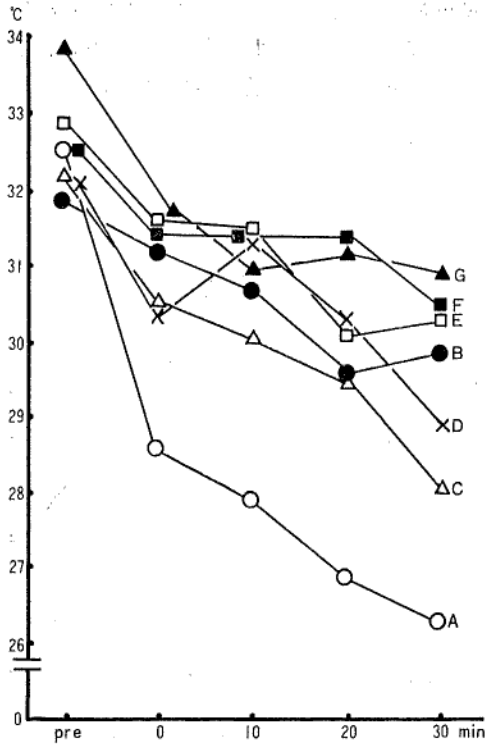


図 2 平均皮膚温度の変化

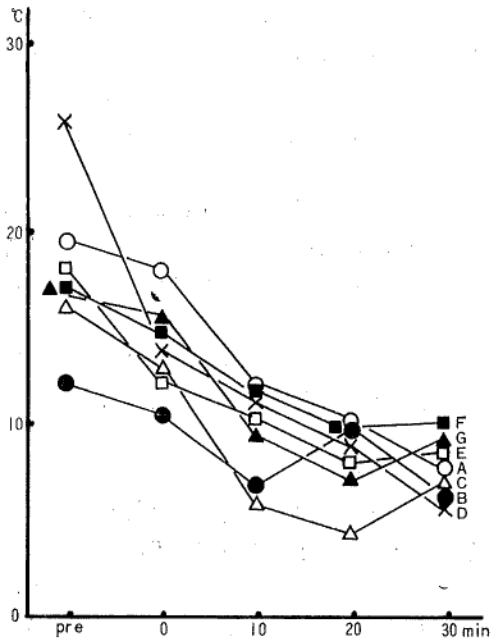


図 4 足趾部温度の変化

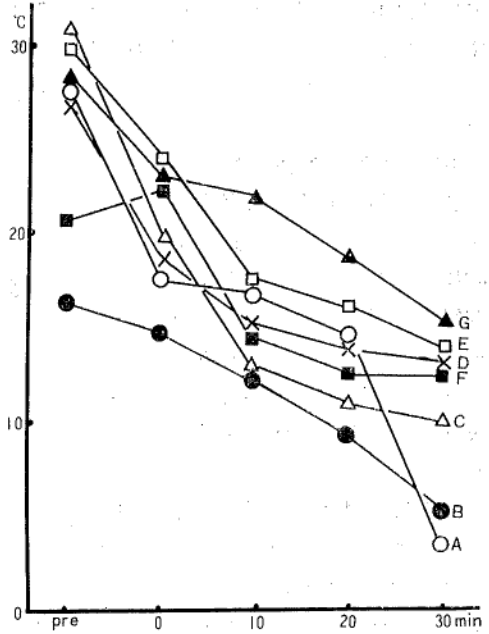


図 3 手指部温度の変化

表 2 全身反応時間の負荷前後の平均値・標準偏差(単位:sec)

|   |    | 総合時間  |       | 反応時間  |       | 運動時間  |       |
|---|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   |    | Pre   | Post  | Pre   | Post  | Pre   | Post  |
| A | M  | 0.788 | 0.866 | 0.746 | 0.822 | 0.040 | 0.046 |
|   | SD | 0.063 | 0.063 | 0.071 | 0.063 | 0.028 | 0.022 |
| B | M  | 0.855 | 1.009 | 0.721 | 0.830 | 0.135 | 0.179 |
|   | SD | 0.071 | 0.084 | 0.063 | 0.045 | 0.022 | 0.057 |
| C | M  | 0.849 | 0.872 | 0.755 | 0.779 | 0.094 | 0.093 |
|   | SD | 0.032 | 0.032 | 0.055 | 0.020 | 0.017 | 0.020 |
| D | M  | 0.788 | 0.856 | 0.738 | 0.808 | 0.050 | 0.048 |
|   | SD | 0.071 | 0.071 | 0.055 | 0.045 | 0.033 | 0.035 |
| E | M  | 0.685 | 0.703 | 0.599 | 0.636 | 0.086 | 0.068 |
|   | SD | 0.045 | 0.084 | 0.045 | 0.063 | 0.050 | 0.012 |
| F | M  | 0.921 | 0.974 | 0.876 | 0.889 | 0.045 | 0.085 |
|   | SD | 0.063 | 0.078 | 0.063 | 0.071 | 0.022 | 0.036 |
| G | M  | 0.790 | 0.771 | 0.727 | 0.710 | 0.062 | 0.061 |
|   | SD | 0.055 | 0.078 | 0.063 | 0.089 | 0.021 | 0.033 |

表 3 負荷前後の平均値の検定

| 被検者 | 総合時間 |      | 反応時間 |      | 運動時間 |       |
|-----|------|------|------|------|------|-------|
|     | t    | p    | t    | p    | t    | p     |
| A   | 4.84 | 0.01 | 4.47 | 0.01 | 0.94 | N.S.† |
| B   | 7.70 | 0.01 | 7.79 | 0.01 | 4.00 | 0.01  |
| C   | 2.84 | 0.01 | 2.26 | 0.05 | 0.21 | N.S.  |
| D   | 3.78 | 0.01 | 5.38 | 0.01 | 0.23 | N.S.  |
| E   | 1.06 | N.S. | 2.64 | 0.02 | 1.64 | N.S.  |
| F   | 2.94 | 0.01 | 0.76 | N.S. | 5.51 | 0.01  |
| G   | 1.12 | N.S. | 0.85 | N.S. | 0.14 | N.S.  |

† N.S.: not significant

応時間に有意の低下がみられなかった2例中の1例(被検者G)は、わずかであるが機能上昇(前値>後値)を示したが2例とも環境温度がプラス4°C前後であったことは興味深いことと思われる。

寒冷による全身反応時間の低下は、運動時間よりも反応時間に大きく影響する傾向が認められた。

### 3.3 握力の変化について

負荷前値と寒冷暴露直後、10, 20, 30分後の測定値を比較検討した。握力の変化は時間経過と平行して低下する一般的傾向がみられた。前値と30分後の値の割合をみると、ほとんどのものが低下を示した。(図5)

室内環境温度と低下の割合の間には一定の傾向はみられず、個人の寒冷に対する強弱が握力低下の大小に影響していると思われる。右握力の低下平均は3.9 kg、左握力は5.2 kgであり、左の方が大きな低下の傾向がみられた。また被検者らは全員右利手のものであった。

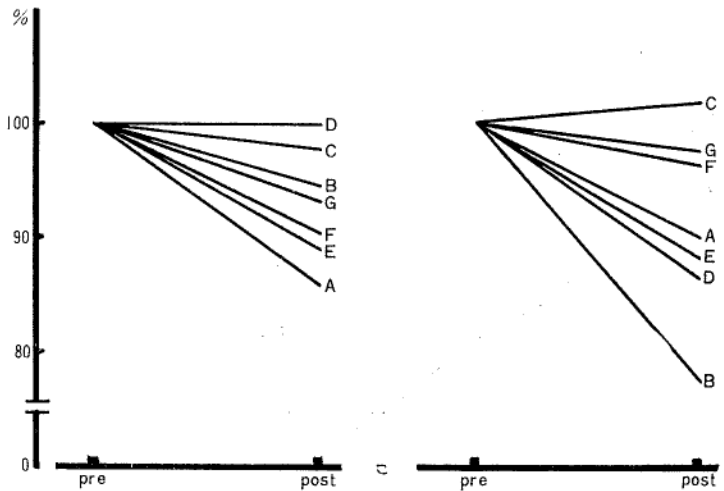


図5 寒冷暴露前値と30分後の変動率

## 4. 考 察

環境の暑さ、寒さの変化や、温度のストレスのもとで、中心温度が一定に保たれている場合の皮膚外層や筋組織におこる温度変化は、人体の快感度を決定する最も重要な要素である。一定の体内温度と変化しやすい末梢組織の温度との関連性について、調節されている温度というのは全体としての人体の温度ではなく、主として心臓や肺、腹部臓器とか脳のような深部の中心領域の温度であるといわれる<sup>7)</sup>。

人間が快感条件の環境から不快な寒冷環境に移ると、身体最初の反応は、皮膚表層の血管収縮による血流量の減少につれて、皮膚温が下降する対寒理学的体温調節機、ついで寒さに長時間暴露される場合に戦慄や強直姿勢により代謝の代償的増加がおこる対寒化学的体温調節機の作動により身体深部の温度は維持される。

われわれは皮膚温が低下したときに冷い、あるいは寒いと感ずるが、皮膚温度は気温、気湿、気流、輻射熱の因子によって総合的に影響されるばかりでなく、体内の産熱量にも影響される。本実験において、皮膚温の低下割合と自覚症状の訴えとが平行する傾向がみられたが、気流条件が今回のように無風状態でなければ皮膚温の低下は著しいものと考えられる。

反応時間を生理的機構上からみれば、それは知覚受容器から脊髄、間脳、大脳皮質におけるいくつかのシナプスを経て、さらに錐体路を下行し、筋の終板に至った神経衝撃が筋繊維に収縮をおこさせるまでの時間を含んでいる。猪飼<sup>2)</sup>は全身反応時間をストレイン・ゲージを用い、神経反応時間と筋肉反応時間とに分けて測定し、反応時間の生理的限界をたしかめた。また筋力の発揮に際して、心理的限界の上昇や下降によって結果が変動することを報告している<sup>4)</sup>。このことから反応時

間は個人の身体の構造によってきまる限界と、注意の集中というような心理的因子によって変動することが考えられる。

著者らの結果において負荷の前後に有意の差異が認められたことは、寒冷が筋細胞内部の化学的状態に影響し、反応速度の遅延、粘性抵抗の増大あるいは神経や血管におよぼす影響が生理的に不向きな状態を生じさせたことと、寒冷ストレスが心理的因子に変化を惹起したこととの両者の結果であると考察される。

寒冷負荷後の筋力は低下し、藤下<sup>6)</sup>の報告と合致する。低下の原因としては生理的、心理的因子への影響と思われる。

運動をする場合の快適温度は、運動の強度や量によって異なり、軽運動では10~20°C程度であるとされる<sup>5)</sup>。0°C以下の環境で体育を実施せざるをえない地域においては、寒さが児童・生徒の心身に影響をおよぼし学習意欲の減退がしばしばみられることがある。以前に児童を対象として行なった調査<sup>9)</sup>の結果では、「寒いときの体育で一番いやなこと」の質問に対して、「手足がつめたい、先生の話のとき寒い」を多数のものが訴えている。体育学習の成果や能率をあげるためには、教材の選択、運動時間の配分等を考慮しなければならないが、運動時の着服条件や手足の保温、W-upの量等においても科学的検討が加えられ、それにもとづいた配慮が必要となる。

著者らが得た寒冷暴露による皮膚温度、反応時間、筋力の変化の知見は、特殊寒冷下における体育指導、あるいは児童・生徒の健康管理上に対して意義深いものと思われる。

## 5. 結 論

本学の健康なる男子学生を対象とし寒冷を負荷し、生体におよぼす影響を皮膚温度、全身反応時間、筋力、自覚症状より検討し次のような結論を得た。

1. 寒冷負荷後の皮膚温は時間経過と平行して著しい低下を示した。
2. 全身反応時間は、反応時間に7例中5例、運動時間に7例中2例の有意な遅延がみられ、運動時間よりも反応時間に大きく影響する傾向がうかがわれた。
3. 負荷前後の握力の変化はほとんどのものが低下を示し、左握力の方が右よりも低下の割合が大であった。

## 文 献

1. 阿久津邦男, 1964, ウォーミングアップと寒さの生理, 体育科教育法, 12: 12-14.
2. 猪飼道夫, 1955, 動作に先行する抑制機構, 生理学雑誌, 17 (5): 292-298.
3. 猪飼道夫・杉本良一・石河利寛, 1960, スポーツの生理学, 同文書院, 283頁.
4. 猪飼道夫, 1961, 体力の生理的限界と心理的限界に関する実験的研究, 東京大学教育学部紀要, 1-18.
5. 久松栄一・猪飼道夫, 1964, スポーツ医学, 体育の科学社, 375頁.
6. 藤下成周, 1967, 環境温度の筋力に及ぼす影響, 大阪教育大学紀要, III 16 (2): 49-53.
7. 北 博正・竹村 望, 1966, 温度と人間, 医歯薬出版, 57-66頁.
8. 行方 令, 1968, 身体反応時間に及ぼす遺伝的要因に関する実験的研究, 学校保健研究, 10 (9): 421-429.
9. 須見芳紀, 1964, 寒さと運動意欲, 体育科教育法, 12: 9-11.