

〈原 著〉

## 医療従事者のつなぎ式感染防護服のヒートストレス改善に関する研究 —体幹部局所冷却が人体に及ぼす影響—

渡部 節子<sup>1)</sup>・大釜 恵<sup>2)</sup>・塚越みどり<sup>1)</sup>

### *Research about How to Improve Heat Stress in Health Care Workers with Cover-up Type Protective Clothing—Effects of Local Torso Cooling on Human Body—*

Setuko WATABE<sup>1)</sup>, Megumi OHGAMA<sup>2)</sup> and Midori TSUKAKOSI<sup>1)</sup><sup>1)</sup>Nursing Course, School of Medicine, Yokohama City University, <sup>2)</sup>Yokosuka City Hospital Infection Control Office

(2020年2月21日受付・2020年10月2日受理)

#### 要 旨

つなぎ式感染防護服はヒートストレスを起こすことが課題となっている。本研究の目的は冷却剤による体幹部局所冷却が人体に及ぼす影響について検討することである。

研究方法は、看護師16名を対象につなぎ式感染防護服用時に冷却剤による体幹部局所冷却群(介入群)と対照群の2群に分けて看護シミュレーションを2時間実施した。ヒートストレスの指標として温熱・快適感覚、服内温湿度・体温・ゴーグルの曇りについて30分毎に測定した。

その結果、介入群は対照群に比較して温熱感覚は着用直後から、快適感覚は30分後からいずれも2時間後まで有意に抑制効果があった。体温は対照群が時間と共に36.7~36.9℃に上昇したが、介入群は36.8℃以上にならず、有意差もなかった。ゴーグルの曇りは介入群が30分~2時間後まで4.0、対照群は30分後に4.0でその後は2.0で推移し、対照群はゴーグルの曇りが強い傾向にあった。

体幹部局所冷却により皮膚表面温度上昇が抑制された結果、暑さの感覚が抑制され、快適感覚も高くなったと考える。体温について有意差はなかったが、体温上昇に伴い血管が拡張し、発汗により放熱され、体温上昇を抑制することで介入群の体温がやや低い値になったと考える。ゴーグルの曇りは対照群は時間経過で体温上昇していることからゴーグル内の曇りが強くなる傾向になったと考える。

体幹部局所冷却はヒートストレスの改善に効果があることが示唆された。

Key words : つなぎ式感染防護服, 体幹部局所冷却, ヒートストレス

#### 1 はじめに

医療活動における危険性のひとつとして感染がある。そのため、一般病院における感染予防は、標準予防策を基本に接触・飛沫・空気といった感染経路別の予防が重要となる。しかし、一般病院で対応するには危険性が高い感染症患者及びその疑いのある者(以下、感染症患者)は、専門の施設が必要であり、国内では4種類の専門施設が整備されている。なかでも第一種・第二種の感染症指定医療機関数は2019年4月1日時点で全国に403施設

(結核を含まず)と報告されている<sup>1)</sup>。これらの指定医療機関は、危機管理として定期的な感染症患者の受け入れの訓練(以下、訓練とする)が必要となる。訓練時は、医療従事者の病原体曝露予防のために化学防護服として、血液やウイルスに対する高いバリア性・耐水性・耐久性などに優れている密閉型衣服であるつなぎ式感染防護服(以下感染防護服)を着用することが必須となる。この感染防護服の使用に関しては、着用者の感染防止のために着脱に関する規定のみであり、具体的な着用時間や方法などは各施設の判断に委ねられている現状がある。着脱に30分程度の時間を要する上、特に脱衣時に二次

<sup>1)</sup>横浜市立大学医学部看護学科, <sup>2)</sup>横須賀市立市民病院感染対策室

感染する危険性を秘めている<sup>2)</sup>こと、また、備蓄数に制限があることなどの理由から医療従事者1人当たりの着用時間の目安を2時間程度としている施設が多い。しかし、臨床現場では訓練が2時間以内でも着用者から暑さや発汗などの不快感（以下、ヒートストレスとする）に関する意見が多数聞かれている。医療従事者のヒートストレスは、注意力を低下させ、業務上のエラーを引き起こす可能性が大きく、適切な患者対応が行われただけでなく、医療者自身の健康被害を起こす危険性もある。この問題に関しては、2009年に新型インフルエンザ(H1N1)が発生した際、「感染防護服着用は精神的疲労が大きい」ことが報告されている<sup>3)</sup>。

密閉型の防護服に関する先行研究としては消防士を対象にした研究が幅広く行われている。特に消防士のヒートストレスに関する研究は多く、対策として衣服内に身体状況のモニターの設置、体幹局所冷却など多くの研究が報告されている<sup>4-6)</sup>。しかし、感染防護服に関する研究は、服の種類による感染防護服内の温湿度の相違、感染防護服着用時に行う体位交換時のバイタルサインが報告される<sup>7,8)</sup>に留まっている。

研究者らは、感染防護服(以下、防護服とする)のヒートストレスを最小限に抑えることを目的に、感染防護服着用2時間における防護服内の温湿度と着用感に関する研究を行った。その結果、「体幹部局所冷却群は、対照群に比較して防護服内の温度の上昇が抑制され、不快感も軽減される」ことをすでに報告した<sup>9)</sup>。しかし、例数が少なく、着用感に関してはインタビュー内容を質的にまとめるに留まった。今回は例数を増加すると共に不快感は既存のスケールを使用して数値化した上で、冷却剤による体幹部局所冷却が人体に及ぼす影響について検討する。

#### 用語の説明及び定義

##### \*つなぎ式感染防護服とは

形態は足首から頭まで繋がれている防護服で、足には靴の上から足袋、手にはニトリル手袋、口にはN95マスク、目には皮膚に密着したゴーグルを着用するなど感染防止のために皮膚の露出を最小限にするようにしている。このようなつなぎ式感染防護服は複数のメーカーから販売されている。本研究対象施設は第二種感染症指定医療機関のため、所管行政より無料配布されていることから、今回はJIS T8115 適合化学防護服のデュポン™タイベック®ソフトウェア III型(旭・デュポンフラッシュスパンプロダクツ社製)を使用することとする。この防護服の素材は、スパンボンド工法不織布(SB Fabric)、特殊浸室性フィルム(Film)、スパンボンド工法不織布(SB Fabric)の3構造であるSFS®となっている。試料試験結果は、人工血液バリア性クラス6、ウイルスバリア性クラス6、化学防護服タイプ4・5・6適合品、耐水

2,200 mm以上である。

##### \*密閉型衣服のヒートストレスとは

「発汗による潜熱(気化熱)放熱が密閉型衣服により抑制され、作業による代謝熱が人体に蓄熱することにより体温が上昇し、熱中症もしくは熱中症の症状のことを示す」(文献<sup>10)</sup>を一部改変)

## II 研究方法

### 1. デザイン

#### 準実験研究

### 2. 実験日と対象者

対象者は第二種感染症指定医療機関であるA病院看護部の感染リンクナース16名全員を対象とした。対象施設における感染リンクナースとは、各部署より1名選出され、平常時は部署においてスタッフ業務と感染管理の役割を担い、第2類感染症患者を施設で受け入れた際に感染症病棟のスタッフとして業務するという2つの役割を担っている看護師である。実験は3回に分けて2015年6月24日、11月25日、2016年3月24日に実施した。

### 3. 実験方法

#### 1) 防護服とインナー

防護服として、対象者の体型に合わせたサイズ(S, M, L)を選択する。インナーとしては、Tシャツと短パン(いずれも各自持参)各1枚を着用する。介入群にはインナーの上にポリエステル・メッシュ素材のクールベスト爽快くん®(以下クールベスト)を付け、防護服を着用した。ベストに用いる保冷剤は、縦横15 cm、重量210 g/個のクールベスト専用品で、前胸部2か所、左右側腹部1ヶ所ずつ、背部2ヶ所の計6ヶ所にあるクールベストポケットへ差し入る。

#### 2) 実施場所と室内温湿度の調整

感染症病棟内の病室および廊下で実施した。感染症病棟の温室度は、防護服着用時の暑さによる不快感を減少させる目的で建築物環境衛生管理基準<sup>11)</sup>における最低温度の17.0℃、湿度は40%と設定する。感染症患者在室時の室内は患者にとっての快適な温度である約25~27℃に設定することが多い。しかし、従来の訓練において室内を約25~27℃に設定することで訓練参加者全員が防護具着用に伴う暑さによる不快感を訴えていた。そこで、今回はまず建築物環境衛生管理基準<sup>11)</sup>の最低基準に則り調整した。

#### 3) 実施手順

##### (1) 対象者へのインフォームドコンセントと選別方法

対象者16名に対して、口頭と文書で研究の説明を行い、同意された16名については3回の実験日のうち最低1回は参加することとし、その他は自由参加とした。参加者は、第1回目14名、第2回は11名、第3回目9

表 1 対象者におけるベースラインの比較 N=34

	対照群 (n=15)	介入群 (n=19)	p 値
	平均値±SD	平均値±SD	
年齢	39.2±8.9	38.8±9.0	.898 <sup>a</sup>
BMI	23.2±4.7	24.3±5.1	.514 <sup>a</sup>
女性の人数と割合	12人 (80%)	16人 (84.2%)	.548 <sup>b</sup>

a. t検定, b.  $\chi^2$ 検定

名であった（研究参加回数は、3回全参加者は5名、いずれか2回参加者は8名、いずれか1回参加者は3名）、参加者のべ34名のうち、15名は防護服のみ着用（対照群）、19名は体幹部局所冷却した上に防護服着用（以下介入群）とした。

## (2) ヒートストレスの評価視点

\*測定項目：温熱感覚・快適感覚、体温（鼓膜・前額部）、防護服内温湿度、ゴーグルの曇り

\*測定回数と時間：防護服着用直後・30分後・60分後・90分後・120分後（防護服着用目安時間）の6回、同様の方法で行う。

\*測定方法：

・温熱感覚はGaggeらが作成した温度感覚カテゴリースケール<sup>12)</sup>を使用する。本スケールは、1（寒い）、2（涼しい）、3（少し涼しい）、4（快適）、5（少し暖かい）、6（暖かい）、7（暑い）の7段階としている。快適感覚はWinslowらが作成した快適感覚カテゴリースケール<sup>13)</sup>を一部改変して使用する。本スケールは1（非常に不快）、2（不快）、3（普通）、4（心地よい）、5（非常に心地よい）の5段階としている。

・鼓膜温はシチズン・システムズ社耳式体温計CT820（検温精度±0.1℃）、前額部はテクニメッド社サーモフォーカス®プロ皮膚赤外線体温計（検温精度±0.2℃）で測定する。防護服内温湿度は、タニタ社デジタル温湿度計（温度精度±1.0℃、湿度精度±5%）を用い、測定場所は周囲に保冷剤のない臍周辺とし、デジタル温度計を防護服内に入れ、防護服を閉鎖した状態で3分間放置後に取り出す。

・ゴーグルの曇りは研究者らが先行研究<sup>9)</sup>を基に作成したスケールを使用する。本スケールは1（曇っていて業務が困難）、2（曇っていて業務に支障がある）、3（曇っていて業務に少し支障を感じる）、4（少し曇っているが業務に支障はない）、5（曇りが全くなく業務に問題ない）の5段階としている。

・測定は各項目、各1名の研究者が実施する。

## (3) 訓練における看護シミュレーション内容

感染症患者発生時の看護シミュレーションは、感染症病棟で行われると想定される業務として、防護服を着用した状態で清拭などの患者直接ケア30分、環境整備30

分、物品などの点検30分、記録などの30分、合計120分間実施する。

## (4) 分析方法

IBM SPSS Statistics Ver. 23で単純集計し、対照群と介入群の各平均を算出、性別は $\chi^2$ 検定した。年齢・BMI・体温・防護服内の温湿度に関しては、データが正規分布していると仮定できたため、t検定を使用し解析した。温熱感覚・快適感覚・ゴーグルの曇りについては、データが正規分布していると仮定できないため、Mann-WhitneyのU検定にて解析した。危険率5%未満を有意水準とした。

## (5) 倫理的配慮

本研究は横須賀市立市民病院倫理委員会の承認を得て実施された（承認番号：市民倫理発第27-2）。対象者へは研究の目的および個人が特定されないように配慮すること、研究参加は自由意思のもとに実施され、参加協力しない場合でも不利益を受けないことを文書と口頭で説明し、同意を得た。

## III 結 果

### 1. 対象者の背景（表1）

対象者の背景として対照群と介入群において年齢・BMI・性別に有意差はなかった。

### 2. 体幹部局所冷却が感覚へ及ぼす影響

#### 1) 温熱感覚への影響（表2）

対照群は着用直後の中央値は5.0（5.0-6.0）と「少し暖かい」であった。着用30分後から7.0（7.0-7.0）の「暑い」となり、120分後まで7.0（6.0-7.0）で推移し、「暑い」と感じている状態が続いていた。一方、介入群では着用直後の中央値は5.0（4.0-5.0）の「少し暖かい」で、30分後には最もピークの6.0（4.0-6.0）の「暖かい」となった。60分後には5.0（4.0-6.0）に下降し、120分後まで5.0（2.0-5.0）の「少し暖かい」で推移した。介入群は対照群に比較して防護服着用直後から120分後までいずれの時間帯も有意に（ $p < 0.05 \sim p < 0.001$ ）温熱感覚は低く、快適に近い状態であった。（時間ごとの比較を図1に示す）

#### 2) 快適感覚への影響（表2）

対照群は、着用直後に中央値2.0（2.0-3.0）の「不快」

表 2 体幹部局所冷却の有無と、温熱及び快適感覚との関連 N=34

		対照群 (n=15)	介入群 (n=19)	p 値 <sup>a</sup>
		中央値 (四分位範囲)	中央値 (四分位範囲)	
着用直後	温熱感覚	5.0 (5.0-6.0)	5.0 (4.0-5.0)	.047*
	快適感覚	2.0 (2.0-3.0)	2.0 (1.0-3.0)	.319
	ゴーグル曇	5.0 (4.0-5.0)	5.0 (4.0-5.0)	.493
着用 30 分後	温熱感覚	7.0 (7.0-7.0)	6.0 (4.0-6.0)	.000***
	快適感覚	1.0 (1.0-2.0)	2.0 (2.0-3.0)	.000***
	ゴーグル曇	4.0 (2.0-5.0)	4.0 (2.0-5.0)	.811
着用 60 分後	温熱感覚	7.0 (7.0-7.0)	5.0 (4.0-6.0)	.000***
	快適感覚	1.0 (1.0-2.0)	2.0 (2.0-3.0)	.006**
	ゴーグル曇	2.0 (2.0-4.0)	4.0 (2.0-5.0)	.104
着用 90 分後	温熱感覚	7.0 (6.0-7.0)	5.0 (4.0-6.0)	.001**
	快適感覚	1.0 (1.0-2.0)	2.0 (1.0-2.0)	.033*
	ゴーグル曇	2.0 (1.0-4.0)	4.0 (1.0-5.0)	.451
着用 120 分後	温熱感覚	7.0 (6.0-7.0)	5.0 (2.0-5.0)	.000***
	快適感覚	1.0 (1.0-2.0)	2.0 (2.0-3.0)	.011*
	ゴーグル曇	2.0 (1.0-4.0)	4.0 (2.0-5.0)	.083

a. Mann-Whitney の U 検定, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

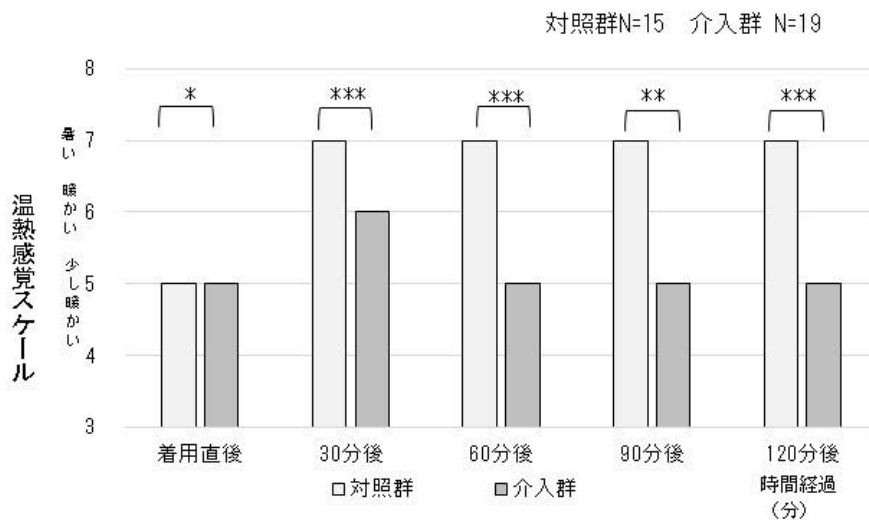


図 1 体幹部局所冷却の有無による温熱感覚の時間ごとの比較  
\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$  (Mann-Whitney の U 検定)

となり、30分後には「非常に不快」の1.0 (1.0-2.0)でピークに達し、120分後まで継続していた。介入群は、対照群と同様に着用直後に中央値2.0 (1.0-3.0)「不快」となるが、その後30分後から120分後まで大きな変動はなく「非常に不快」にはならなかった。両群を比較すると着用直後はいずれも「不快」程度は同様であるが、30分後から120分後まで対照群は「非常に不快」となり、介入群と比較して有意に不快の程度が高かった ( $p < 0.05 \sim p < 0.001$ )。 (時間ごとの比較を図2に示す)

3. 体幹部局所冷却が防護服内の温湿度への影響 (表3)

防護服内の温度について対照群は、着用直後25.1±2.5℃で、30分後26.2±2.4℃、60分後27.5±2.7℃、120

分後最も高く27.8±2.8℃と着用直後より2.7℃上昇した。介入群は、着用直後25.7±2.0℃で、30分後26.1±1.9℃と徐々に上昇し、90分後が最もピークの26.6±1.9℃となり、120分後には26.2±1.4℃に下降した。対照群と介入群を比較すると着用直後より90分後まで有意差はなかったが、対照群は介入群に比較して温度は高い傾向があり、120分後は対照群が有意に高くなった ( $p < 0.05$ )。 (時間ごとの比較を図3に示す)

防護服内の湿度について対照群は、着用直後61.7±14.1%であったが、30分後62.7±13.8%と最も高く、それ以降は徐々に下降し、120分後には最も低い54.5±7.9%となった。介入群は、着用直後54.5±13.0%で、30分後に対照群と同様に最も高く56.6±12.4%で、それ以



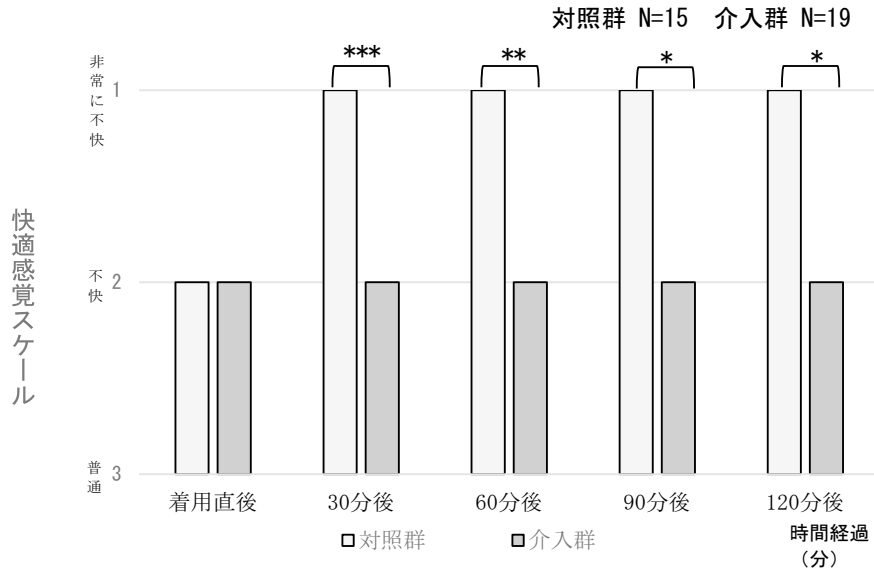


図2 体幹部局所冷却の有無による快適感覚の時間ごとの比較  
 \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$  (Mann-Whitney の U 検定)

表3 体幹部局所冷却の有無と防護具内温湿度・体温との関連 N=34

		対照群	介入群	t 値	p 値 <sup>a</sup>
		(n=15)	(n=19)		
		平均値 (SD)	平均値 (SD)		
着用直後	体温℃ 鼓膜	36.7 (0.5)	36.7 (0.6)	-0.5	.648
	体温℃ 前額部	37.5 (0.6)	37.2 (0.9)	0.8	.434
	防護具内温度℃	25.1 (2.5)	25.7 (2.0)	-0.7	.482
	防護具内湿度 %	61.7 (14.1)	54.5 (13.0)	1.5	.133
着用 30 分後	体温℃ 鼓膜	36.7 (0.5)	36.7 (0.5)	-0.1	.929
	体温℃ 前額部	37.3 (0.5)	37.3 (0.7)	-0.2	.868
	防護具内温度℃	26.2 (2.4)	26.1 (1.9)	0.2	.854
	防護具内湿度 %	62.7 (13.8)	56.6 (12.4)	1.4	.186
着用 60 分後	体温℃ 鼓膜	36.8 (0.4)	36.8 (0.4)	0.2	.869
	体温℃ 前額部	37.3 (0.6)	37.2 (0.7)	0.3	.740
	防護具内温度℃	27.5 (2.7)	26.4 (1.5)	1.5	.155
	防護具内湿度 %	58.5 (11.4)	54.3 (10.5)	1.1	.273
着用 90 分後	体温℃ 鼓膜	36.8 (0.4)	36.8 (0.4)	0.3	.751
	体温℃ 前額部	37.1 (0.4)	37.3 (0.5)	-1.1	.280
	防護具内温度℃	26.9 (1.2)	26.6 (1.9)	0.5	.597
	防護具内湿度 %	55.7 (10.0)	51.7 (9.0)	1.2	.230
着用 120 分後	体温℃ 鼓膜	36.9 (0.4)	36.8 (0.5)	0.6	.568
	体温℃ 前額部	37.1 (0.5)	37.2 (0.8)	-0.3	.803
	防護具内温度℃	27.8 (2.8)	26.2 (1.4)	2.1	.042*
	防護具内湿度 %	54.5 (7.9)	49.5 (6.6)	2.0	.049*

a. t 検定 \* $p < 0.05$

降は徐々に下降し、120分後には最も低い  $49.5 \pm 6.6\%$  となった。対照群と介入群を比較すると着用直後より90分後まで有意差はなかったが、対照群は介入群に比較して湿度が高い傾向にあり、120分後は対照群が有意に高くなった ( $p < 0.05$ )。 (時間ごとの比較を図4に示す)

#### 4. 体幹部局所冷却が体温に及ぼす影響 (表3)

##### 1) 鼓膜温

対照群は、着用直後の  $36.7 \pm 0.5^\circ\text{C}$  から60分後に  $36.8 \pm 0.4^\circ\text{C}$ 、120分後に  $36.9 \pm 0.4^\circ\text{C}$  と徐々に上昇する一方、介入群は着用直後の  $36.7 \pm 0.6^\circ\text{C}$  から60分後に  $36.8 \pm 0.4^\circ\text{C}$  に上昇し、120分後まで変化しなかった。両群に

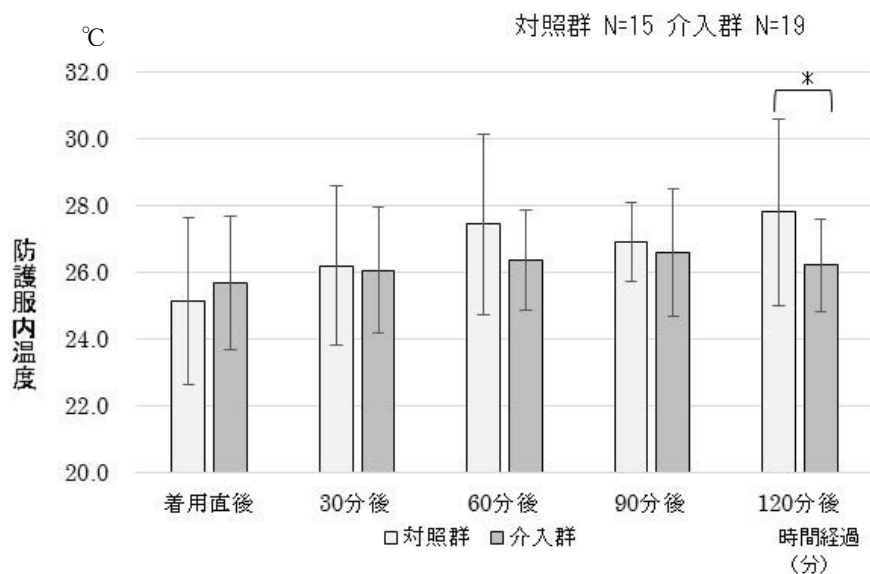


図3 体幹部局所冷却の有無による防護服内温度の時間ごとの比較  
\* $p < 0.05$  (t検定)

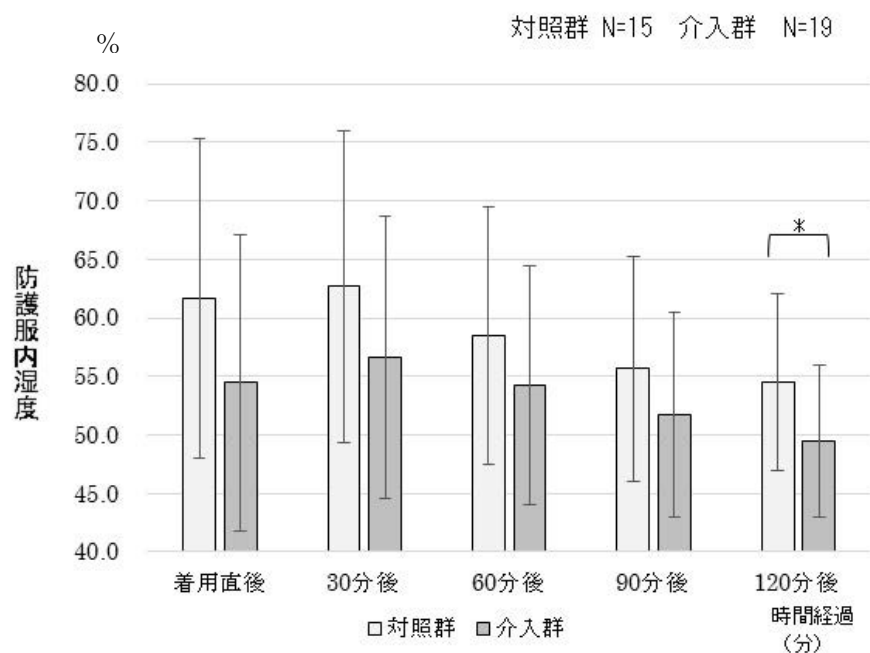


図4 体幹部局所冷却の有無による防護服内湿度の時間ごとの比較  
\* $p < 0.05$  (t検定)

おいてはいずれの時間帯も有意差はなかった。

2) 前額部の体温

対照群は、着用直後は  $37.5 \pm 0.6^\circ\text{C}$  であったが、30分後に  $0.2^\circ\text{C}$  下降し、90分後では  $0.4^\circ\text{C}$  下降し120分後まで  $37.1 \pm 0.5^\circ\text{C}$  であった。一方、介入群の着用直後は  $37.2 \pm 0.9^\circ\text{C}$  で、 $0.1^\circ\text{C}$  の上下があるが、120分後まで一定の体温を保持していた。両群においてはいずれの時間帯も有意差はなかった。

5. 体幹部局所冷却がゴーグルの曇りに及ぼす影響 (表2)

防護服着用直後は対照群、介入群のいずれも中央値5.0 (4.0-5.0) と「曇りが全くなく業務に問題ない」であった。対照群は、30分後には「少し曇っているが業務に支障はない」の4.0 (2.0-5.0) となり、60分から120分後は2.0 (1.0-4.0) の「曇っていて業務に支障がある」状態が継続した。介入群は、30分後から120分後まで「少

し曇っているが業務に支障はない」4.0 (1.0-5.0, 2.0-5.0)で推移した。両群を比較するといずれの時間帯も有意差はみられなかったが、介入群は曇りの度合いが弱い傾向にあった。また、両群共に曇り具合は個人差が大きいことも判明した。

#### IV 考 察

本研究では感染リンクナースがつなぎ式感染防護服を着用し、冷却剤による体幹部局所冷却を行った介入群と対照群の2群に分けて看護シミュレーションを行い、人体に及ぼす影響について得られた重要な知見は3点である。

1. 介入群において温熱感覚・快適感覚は有意に効果があった。2. 体温(鼓膜温度、前額部温度)の上昇に有意差はなかった。3. ゴーグルの曇りに有意差はなかったが介入群が弱い傾向であった。以下、各知見について考察する。

##### 1. 温熱感覚・快適感覚に及ぼす影響

温熱感覚の介入群は対照群に比較して開始直後より開始後120分まで、快適感覚は、開始30分より120分まで有意にその効果が認められた。

温度感覚のメカニズムとして、服内の温度が上昇し、その情報が皮膚温度受容器から脊髄—視床を経て大脳皮質へ送られ、温度感覚として受容された<sup>14,15)</sup>結果、「暑い」と感じられるとされている。そこで、本研究においても感染防護服を着用することで両群共に防護服内の温度はやや上昇しているが、介入群は保冷剤を体幹の前胸部、左右側腹部、背部の計6ヶ所に入れたことにより皮膚表面温度の上昇を抑制し、また、温湿度が低く抑えられたことで「暑く」感じる程度が有意に低くなったと考えられる。さらに、「暑く」感じる程度が低くなることに伴って、快適感覚も対照群のような“非常に不快”や“不快”ではなく、“普通”に近づいたものと考えられる。

##### 2. 体温、ゴーグルの曇り度に及ぼす影響

鼓膜と前額部で測定した体温は、開始から120分後まで両群共にやや上昇したが、有意差はみられなかった。ゴーグルの曇り度は介入群の曇り度が弱い傾向にあった。

体温に関しては、前述した意識の上で「暑い」を感じる神経経路とは別に存在する体温調節中枢に伝える神経経路によって起こったものと考えられる。人間の体温調節のメカニズムとして a) 皮膚の温受容器で感知された温度情報は、脊髄で中継し、総合腕傍核へ伝達される。b) 橋結合腕傍核の神経細胞は、その情報を体温調節中枢(視索前野)への直接伝達する。c) その情報を受けた体温中枢は、体の熱を積極的に放散させるために皮膚の血管を拡張したり、体内の熱の産生を抑制する<sup>14,15)</sup>と報告されている。そのため、鼓膜温度における対照群は、自律性の体温調整機序によって体温上昇が抑制され、介入群と差がなかったと考えられる。

前額部での体温は有意差がない上に、時間の経過に伴い両群共に下降傾向であった。これは、今回の実験において感染症病棟の室温を建築物環境衛生管理基準における最低温度である17.0℃と設定したことにより感染防護服で唯一皮膚が露出している前額部が外気温の影響を大きく受けたものと考えられる。

##### 3. 体幹部局所冷却がゴーグルの曇りに及ぼす影響

両群共にゴーグルの曇りはあったが、対照群は介入群に比較してゴーグルが曇っている度合いが強く、業務に支障が出ていた。

ゴーグル内の曇りは、前述したように体温上昇に伴い自律性の体温調節機序として皮膚血管を拡張して発汗が起きることで顔面に密着したゴーグル内の湿度が上昇し、発生した水蒸気の飽和によりプラスチック部分に水滴として付着したことで生じたものと考えられる。

四肢部の皮膚は動静脈吻合(Arteriovenous Anastomoses: AVA)血管があり、AVA血管の拡張時には皮膚血流量が著しく増加し、熱放散の著増を惹起させる<sup>16)</sup>と報告されている。しかし、感染防護具は、両手にニトリルゴム手袋を密着させ、また、足首より先は足袋で覆うことで熱放散がされにくい。また、汗線は、顔と頭の密度が高いことなどから顔面に密着しているゴーグルの曇りにつながったことが推察される。特に対照群は、体幹部の局所冷却がされていないことから熱をより積極的に放散させたために曇りが強度になったものと考えられる。

以上の3点より、冷却剤による体幹部局所冷却はつなぎ式感染防護服を使用する医療者にとってヒートストレスの改善につながることを示唆された。今後、さらに改善を目指すためには頭頸部、顔面の体表冷却方法を検討する必要がある。

##### 4. 研究の限界と課題

今回の研究の限界として衣服の素材に関しては検討していないこと、参加者は無作為に割り振り背景に有意差はなかったが対照群15名、介入群19名と回数でなかったこと、室温が17.0℃で建築物環境衛生管理基準における最低温度であったことである。室温に関して今後は、実際に感染症患者の在室時を想定して室温を約25~27℃に設定し、検討していくことが必要と考えられる。

#### V 結 論

つなぎ式感染防護服着用におけるヒートストレス改善のための冷却剤による体幹部局所冷却は、局所冷却しない場合に比較して下記の3点が示唆された。

- ・温熱感覚・快適感覚の悪化の抑制効果
- ・体温上昇(鼓膜温)の抑制効果
- ・ゴーグルの曇り度合いの抑制効果の傾向

利益相反自己申告：申告すべきものなし。

文 献

- 1) 厚生労働省ホームページ：第一種・第二種感染症指定医療機関の指定状況：[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/kekkaaku-kansenshou/index.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kekkaaku-kansenshou/index.html)：2020年2月1日現在
- 2) Myreen E, Tomas MD: Contamination of health care personnel during removal of Personal Protective Equipment. *JAMA Intern Med* 2015; 175(12): 1904-10.
- 3) 春田恒和：大規模病院での対応①—国内初発例を経験して—。INFECTION CONTROL, MC メディカ出版, 大阪, 2009; 18(11): 263-7.
- 4) 村山雅己, 物部博文, 生野晴美：消防活動におけるヒートストレス対処に関する研究. 東京学芸大紀要 総合教育科学系 II 2012; 63: 187-93.
- 5) 物部博文, 村山雅己, 生野晴美, 中橋美智子：消防服のヒート・ストレスに対する予防策—換気と頭部冷却の効果—。横浜国立大学教育人間科学部紀要 IV (自然科学), 第9集 2007; 57-65.
- 6) 物部博文, 村山雅己, 生野晴美, 塚田恭子, 中橋美智子：消防員のヒートストレス改善に関する研究. 日本生理人類学会誌 2002; 7(1): 43-7.
- 7) 森本美智子, 窪川理英, 田辺文憲：感染性防護具着用時に行う体位交換時のバイタルサインの変化. 第37回日本看護科学学会学術講演集 2017; 615.
- 8) 小柴朋子, 内田幸子, 森本美智子, 荒川創一, 田辺文憲：感染防護具の運動機能性に関する検討. 第33回環境感染学会抄録集 2018; 506.
- 9) 大釜 恵, 柳 栄治, 橋 深恵, 渡部節子：つなぎ式感染防護服の2時間着用による防護内温度・着用感と改善の検討. 日本健康医学会誌 2020; 28(4): 414-9.
- 10) 村山雅己, 中橋美智子, 生野晴美, 物部博文：密閉型衣服. 消防員装具のヒートストレス対処に関する研究と開発. 「快適性・健康を考えるシンポジウム」研究会第27回シンポジウム 2004：[http://aal.jp/project/stress\\_text.pdf](http://aal.jp/project/stress_text.pdf)：2020年2月1日現在
- 11) 建築物における衛生的環境の確保に関する法律（平成29年法律第41号）：建築物環境衛生管理基準：[https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws\\_search/lsg0500/detail?lawId=345AC1000000020](https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=345AC1000000020)：2020年2月1日現在
- 12) A.P. Gagge, J.A.J. Stolwijk, J.D. Hardy: Comfort and Thermal Sensations and Associated Physiological Responses at Various Ambient Temperature. *Environmental Research* 1967; 1: 1-20.
- 13) CEA Winslow, LP Herrington, AP Gagge: Relations Between Atmospheric Conditions, Physiological Reactions and Sensations of Pleasantness. *The American Journal of Hygiene* 1937; 26: 103-15.
- 14) 三枝岳志：体温調節における皮膚の重要性, 体温のバイオリジー 体温はなぜ37℃なのか, メディカル・サイエンス・インターナショナル, 東京, 2005. p. 29-39.
- 15) Nakamura K, Morrison SF: A thermosensory pathway mediating heat-defense responses. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2010; 107(19): 8848-53.
- 16) 平田耕造：動静脈吻合 (AVA) 血流と四肢からの熱放散調節. 日本生気象会雑誌 2016; 53(1): 3-12.

[連絡先：〒236-0004 神奈川県横浜市金沢区福浦 3-9  
横浜市立大学医学部看護学科 渡部節子  
E-mail: wsetuko@med.yokohama-cu.ac.jp]



## ***Research about How to Improve Heat Stress in Health Care Workers with Cover-up Type Protective Clothing—Effects of Local Torso Cooling on Human Body—***

Setuko WATABE<sup>1)</sup>, Megumi OHGAMA<sup>2)</sup> and Midori TSUKAKOSI<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Nursing Course, School of Medicine, Yokohama City University, <sup>2)</sup>Yokosuka City Hospital Infection Control Office

### **Abstract**

One of the problems of cover-up type protective clothing (protective clothes) is to make heat stress on health care workers. Thus, the purpose of this research is to survey the effects of local torso cooling with cooling devices on the human body.

The design of this study is an “intervention design.” So when nurses simulate 120 minutes’ nursing procedures, 16 link nurses were divided randomly into two groups; one using cooling devices (intervention group) and the other using conventional clothes (control group). The indicators of heat stress (thermal sensation, comfort index, temperature in-and-out of the clothes, tympanic temperature, forehead temperature, and fogging of goggles) were measured every 30 minutes.

The results showed that torso cooling is more effective in thermal sensation immediately after wearing and in comfort index from after wearing 30 to 120 minutes, i.e., every 30 minutes, ( $p < 0.05$   $p < 0.001$ , respectively) respectively. Between tympanic temperature and forehead temperature, there was no significant difference. In the intervention group, the grade of fogging of goggles was relatively weak as compared with the control group.

Results indicated that local torso cooling increased the “comfort index” by controlling skin surface temperature. Furthermore, the fact that the temperatures in both groups were not significantly different indicated that thermoregulation mechanisms made possible to control the temperature by vasodilation associated with sweating. Thus, the temperature of the intervention group was relatively low. The results for fogging of goggles had been strengthened in the control group might be explained also by the effect of gradual rise of temperature.

This study indicated that “local torso cooling” effectively improved heat stress.

---

**Key words:** cover-up type protective clothing, local torso cooling on human body, heat stress