

寒冷環境 (6 °C) における幼児の体温調節機構 ～はだか保育園児と一般園児の比較～

小林寛道

東京大学教養学部

Thermoregulatory responses of 6 years boys and girls
in a cold exposure to 6 °C

Kando Kobayashi

Dept. of Sports Sciences, College of Arts and Sciences,
The University of Tokyo.

Abstract

Thermoregulatory responses of 7 boys and 5 girls ages of 6 yrs were studied during 2 -hr exposure to 6 °C and 75 % relative humidity with short pants and shoes. The subjects divided from two different groups, namely Group-1 from a kindergarten at where children educated with no cloth except short pants all year round at Hamamatsu city, and Group-2 from general kindergarten at Nagoya city as a control. Subjects entered cold room after 40 min rest in an ambient environment of 19 °C. After sitting on chair for 60 min, subject exercised on a motordriven treadmill one by one for 7 - 8 min until semi-maximum exertion. Skin temperature at the part of chest, arm, thigh and finger, and rectal temperature were measured continuously. Oxygen intake for 5 min was measured during rest in a control room (19 °C) and in a cold room (6 °C) at 5, 30, 60 and 120 min, respectively. During exercise oxygen intake was measured continuously in one minute interval using Douglas bags.

The following results were obtained from the present study.

1. The skin temperature was lowest at finger and was lower in the order of arm, thigh and chest. Symptoms of vasodilation reaction to cold stress was observed on finger temperature.
2. Reduction of rectal temperature of 0.3 °C was observed for Group-1 and Group-2, even though mean skin temperature was higher for boys compared to girls.
3. Increase of metabolism was 56-60 % for boys and 17-19 % for girls after 60 min stay in a cold room.
4. The pattern of adaptation to cold stress different between boys and girls, namely boys adapt with increased metabolism and girls adapt with insulation rather than increase of metabolism.
5. It seems that lowering in skin temperature become small in progress of adaptation to cold stress for boys and girls, which provide them easier state to move and exercise.

◆目的

幼児の健康増進を目的として、冬期にも幼児を薄着にさせたり、寒冷な刺激を皮膚に与えることを意図して、上半身裸に短パンツ姿でのランニングや、乾布摩擦を行うことなどを実施している幼稚園や保育園がみられる。また、年間を通じて、幼児を上半身裸で保育する幼稚園や保育園も存在する。

経験的には、幼児をこのような寒冷環境にさらすことによって、耐寒性が向上することが予測されているが、寒冷環境において、幼児の深部体温や皮膚温がどのように変化し、どのような適応が生じてくるかについての科学的なデータは著しく不足している。

本研究では、年間を通して裸保育を実施している幼稚園の園児、および裸保育を行っていない一般の幼稚園児を対象に、寒冷環境における幼児の体温調節機構を観察することを目的とした。

◆方法

1. 対象：年間を通して上半身裸保育と幼児マラソンを行っている静岡県浜松市A幼稚園の6歳男児4名、6歳女児4名を裸保育群の対象とした。また、裸保育を行っていない名古屋市内の幼稚園の6歳男児3名、6歳女児1名を一般保育群の対象とした。

測定対象の保護者には、幼稚園園長を介して幼児の測定参加に対する承諾を得るとともに、測定の実施にあたっては、園長および保護者のつき添いを条件とした。

対象児の形態計測項目は、身長、体重、皮下脂肪厚とした。皮下脂肪厚は、栄研式皮脂厚計を用い、上腕背部、肩甲骨下縁、腹部（臍脇）を計測した（表1）。

2. 体温計測

体温変化は、身体4ヶ所の皮膚温（胸部、上腕部、大腿部、手の中指先）と深部体温（直腸部）についてサーミスタ法を用いて1分間隔で連続的にとらえた。温度計測の印字記録にはサーミスタデータ集録装置K-700（宝工業製）を用いた。

なお、サーミスタによる温度計測は、胸部（Chest）は右胸中央部位、上腕（Arm）は上腕背部

	対象児	身長 (cm)	体重 (kg)	皮下脂肪厚 (mm)			
				上腕背部	肩甲骨下縁	腹部	
裸 保 育 群	男 児	M1	114.3	22.5	9.0	5.5	5.5
		M2	116.7	21.0	8.0	6.5	5.5
		M3	121.9	21.5	10.5	4.0	5.0
		M4	122.2	25.0	10.0	6.0	6.0
		平均 (標準偏差)	118.8 (3.9)	22.5 (1.8)	9.4 (1.1)	5.5 (1.1)	5.5 (0.4)
	女 児	F1	109.3	17.5	10.5	6.0	4.5
		F2	116.6	23.5	13.0	11.0	6.5
		F3	109.0	17.0	9.5	8.5	7.0
		F4	104.8	14.0	8.0	5.0	4.0
		平均 (標準偏差)	109.9 (4.9)	18.0 (4.0)	10.3 (2.1)	7.6 (2.7)	5.5 (1.5)
一 般 保 育 群	男 児	M5	116.4	19.5	7.5	5.5	3.0
		M6	106.7	18.0	9.5	5.0	6.9
		M7	114.9	21.5	10.5	6.5	6.5
		平均 (標準偏差)	112.7 (5.2)	19.7 (1.8)	9.2 (1.5)	5.7 (0.8)	5.5 (2.1)
	女 児	F5	111.9	19.8	8.5	6.5	4.5

表1 対象児(6才)の形態と皮下脂肪厚

の中央部位、大腿（Thigh）は、大腿前面中央部位とした。また直腸温（Tre）は、肛門部より約6cm深くサーミスタを挿入した部位で計測した。

平均皮膚温（ \bar{T}_{sk} ）および平均体温（ \bar{T}_b ）は、次式によりもとめた。

$$\bar{T}_{sk} = 0.43(\text{Chest}) + 0.25(\text{Arm}) + 0.32(\text{Thigh})$$

$$\bar{T}_b = 0.65(\text{Tre}) + 0.35(\bar{T}_{sk})$$

また、体熱容量（BHC Body Heat Content）は次式によりもとめた。

$$\text{BHC} = 0.83W(0.65\text{Tre} + 0.35\bar{T}_{sk})$$

但し、0.83は身体比熱、Wは体重（kg）を示す。

3. 手順

対象児は、ランニングパンツ（短パンツ）のみを着用した上半身裸の状態でも60分間、室温（19℃）で過した後、気温6℃、相対湿度75±10%にコントロールされた人工気候室内に入り、2時間とどまった。

人工気候室内へは、4名の幼児が引率の先生または保護者とともに同時に入室し、入室後60分間は座位安静状態を保ち、60分以後、120分までのうち、1名ずつ順次トレッドミル上でランニングを行った。ランニングはウォーミングアップ後、トレッドミル速度を漸増させる方法により、ほぼ最大努力の水準まで行った。

なお、一般保育群の園児では、2名のみがトレッドミル運動を実施した。

4. 代謝測定

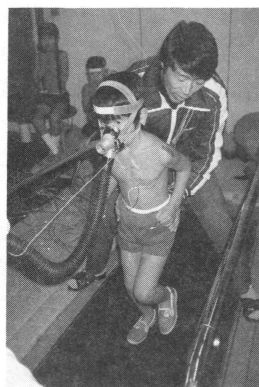
呼気ガスを、室温（19℃）での座位安静時、お



寒冷環境（6℃）における安静時代謝量の測定風景
（裸保育群・女児）



寒冷環境（6℃）における安静60分経過後の様子
（裸保育群・男児）



寒冷環境（6℃）で60分経過後実施したトレッドミル運動の風景

よび人工気候室内で、入室5分後、30分後、60分後、120分後に、それぞれ5分間単位で採集した。また、運動中には1分毎に連続採気した。呼気ガスの O_2 、 CO_2 濃度を呼気ガス分析装置を用いて測定し、酸素摂取量をもとめた。

また、テレメータ装置を用いて測定時間内の心電図を連続的に記録し、心電図記録から1分間単位の心拍数の推移をとらえた。

5. 測定時期

裸保育群の測定は、12月26、27日、一般保育群の測定は2月2日に実施した。

◆結果

裸保育群の全員（8名）、および一般保育群の3名は、人工気候室内に120分間とどまれたが、一般保育群の男児1名（Subj.M6）は寒さに耐えられず、105分で人工気候室を退出した。

1. 身体各部位の個人別温度推移

室温（19℃）および人工気候室内の寒冷環境（6℃）における身体各部位の温度変化の推移を個人別に図1（裸保育群男児）、図2（裸保育群女児）、図3（一般保育群）に示した。

裸保育群男児（図1）についてみると、指先の温度が最も低く、腕、大腿、胸および直腸の順に温度が高い様子がみられる。

寒冷環境下で最も敏感に温度が低下するのは指先で、人工気候室内での滞在時間経過に従ってゆるやかに低下しつづける傾向を示した。しかし、際限なく低下しつづけるのではなく、人工気候室入室後、30～40分目までの低下が急激である。その後やや上昇して一定値を保とうとする動きが見られるが、ベースラインは徐々に低下する傾向を見せながら動揺を繰り返している。指先温度の大きな動揺は、安静時の採気を行った時と、トレッドミル運動を行った時にみられる。

上腕背部の皮膚温は、人工気候室に入室30分後ではほぼ一定水準を示すようになり、その後あまり大きな動揺は示さなかった。

大腿前部の皮膚温は、比較的長時間をかけて徐々に低下してゆく様子をみせ、Subj.M1、M2、M4では、入室後70分付近で最も低い温度になり、以後大きなサイクルでの変動を示した。各対象児とも、運動中には大腿の皮膚温が低下し、運動後大きく上昇している。

胸部の皮膚温は、小さな動揺を示しながらほぼ一定水準を保つタイプ（Subj.M1、M3）と比