

성인 남녀의 피부 냉점 분포에 관한 연구

최정화 · 설향

서울대학교 의류학과

Study on skin cold spot distributions of Korean adult

Jeong-wha Choi · Hyang Seol

Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University

(1999. 3. 5 접수)

Abstract

The purpose of this study was to determine the number of skin cold receptor in Korean adult as a part of the study to investigate thermal physiological characteristics of Korean. For this, 10 healthy subjects were placed in a climatic chamber and received cold stimulation of 10°C on skin surface of each measuring site with a thermo-stimulator.

As a result of cold spot measurement, we found 23 points/cm² at face, 13 points/cm² at chest, 16 points/cm² at abdomen, 11 points/cm² at back, 14 points/cm² at upper arm, 16 points/cm² at forearm, 18 points/cm² at back of the hand, 14 points/cm² at palm, 15 points/cm² at thigh, 8 points/cm² at leg, 12 points/cm² at dorsum of foot, 8 points/cm² at sole of foot in male subjects, and in female subjects we found 18 points/cm² at face, 13 points/cm² at chest, 11 points/cm² at abdomen, 10 points/cm² at back, 9 points/cm² at upper arm, 13 points/cm² at forearm, 11 points/cm² at back of the hand, 8 points/cm² at palm, 9 points/cm² at thigh, 6 points/cm² at leg, 8 points/cm² at dorsum of foot, 2 points/cm² at sole of foot. The distributions of cold spots varied in different regions of the body surface and was exceptionally dense in the facial skin. There were some differences among other researchers' results, but the cause of those differences are not yet known whether those are due to individual or methodological difference.

Key words: cold spot, Korean, skin, thermal sensation, thermoreceptor;
냉점, 한국인, 피부, 한서 감각, 온도 수용기

I. 서론

인체가 춥거나 더운 환경에 노출되면, 이들 환경

* 본 연구는 1998년도 한국과학재단 핵심전문연구과제 "우리나라 도시 및 농촌 거주 성인 남녀의 피부온점·냉점분포와 착의량에 관한 연구"(과제번호: 981-1108-040-2) 연구비지원에 의해 수행된 것입니다.

온도의 자극이 피부의 온점 혹은 냉점으로부터 지각 신경을 통해 척수에 전달되고, 결국 간뇌에 있는 체온 조절 중추에 들어가게 되면, 체온 조절 중추에서 외부로부터의 온·냉자극에 따라 반사적으로 자극을 보내, 땀샘, 피부 혈관, 근육, 호흡 중추 등에 작용하여, 체열의 생산 혹은 방산을 일으킴으로써 체온 조절 반응이 완료된다는 점에서 일반적으로 피부 온도 수용기 즉 온점 혹은 냉점을 체온 조절 반응의 제 1

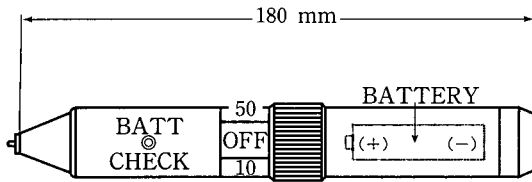


Fig. 1 Thermo-stimulator

차 수용기라고 한다. 이러한 중요성 때문에 인체의 피부 표면에 분포하고 있는 온·냉 수용기에 대한 연구가 전기생리학적 계측에 의해 시도되었다²⁾.

인체의 경우 주위 환경 온도 감지는 피부에 분포하고 있는 온도 수용기와 호흡기계 표면 점막(mucous membrane)에 있는 온도 수용기에 의해 증개된다. 더욱이, 피부 표면의 온도 수용기는 차가운 온도와 따뜻한 온도의 감지를 증개할 뿐 아니라, 체온 조절, 국소 혈류, 땀의 분비에도 관계한다. 온도 수용기에는 온수용기와 냉수용기가 있는데, 이 중에서 냉수용기의 정적(靜的) 온도 특성은 약 $-5 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 의 활동 범위를 갖고 있으며, 온수용기의 정적 특성은 30°C 로부터 활동이 활발해져서 $41 \sim 47^{\circ}\text{C}$ 에 최고가 된다³⁾.

피부 온도 수용기에 관한 연구는 여러 연구자들에 의해 보고되었으며, 이들 연구에서는 일반적으로 단위 면적당 피부 온도 수용기에 대해 보고되었다. 본 연구의 목적은 외국인과 달리 온도와 같은 특수한 온열 환경에 노출되는 기회가 많은 한국인 남녀를 대상으로 하여, 체온 조절 반응에서 가장 최초의 과정인 환경 온도의 감지를 담당하는 기관인 피부 온도 수용기의 성차를 조사함으로써 환경온, 의복, 운동 등과 같은 온열적 생활환경의 처방을 위한 기초자료를 얻는 것이다.

II. 연구 방법

피험자는 신체 건강한 남녀 10명(남자 5명, 여자 5명)으로, 연령은 $21 \sim 26$ 세(남자 21.6 ± 0.9 세, 여자 24.0 ± 2.1 세)였다. 남자의 평균 체중은 63.5 ± 4.7 kg, 여자는 53.1 ± 7.8 kg였고, 남자의 평균 신장은 171.4 ± 5.9 cm, 여자는 163.8 ± 7.5 cm였다. 모든 피험자는 과거에 중병을 앓은 병력이 없고, 감각 기능에 영향을 미칠

수 있는 약물을 복용하지 않았다. 냉점의 계측을 위해, $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $55 \pm 5\%$ RH로 조절된 인공 기후실에서 각 측정 부위의 피부 표면에 온도 자극기(YUFU-SEIKI, Japan; Fig. 1)로 온도 자극을 가했다.

자극 면적은 선행 연구⁴⁾를 참조로 하되, 면적을 각기 달리하여 예비 실험을 실시한 결과 선행 연구에서 설정한 계측 면적($2\text{cm} \times 2\text{cm}$)이 재현성이 떨어지고 신체 부위의 냉점 수치를 대표하지 못하였으므로 본 실험에서는 계측 면적을 신체 부위별로 각각 25cm^2 ($5\text{cm} \times 5\text{cm}$)로 설정했다. 자극 온도가 일정하면 온도 감각은 수 십 초에 걸쳐 감소해 가는 데, 이러한 순응에 의해 온도 감각이 전혀 없어지는 온도 범위는 $30 \sim 36^{\circ}\text{C}$ 이고, 이보다 높은 온도나 낮은 온도에서는 지속적인 따듯함과 찬 것을 느낀다. 즉 20°C 이하에서는 추운 느낌이, 40°C 이상에서는 추운 느낌과 덥다는 느낌이 계속된다⁵⁾. 따라서 본 연구에서는 선행 연구를 참조하여 냉점의 분포를 계측하기 위한 자극 온도를 10°C 로 설정했다.

온도 자극기는 배터리를 열원으로 하여, 온도 자극기의 피부 접촉부 온도가 일정하게 유지되는 기계로, 본 실험에서는 냉감각을 조사하기 위해 온도 자극기의 피부 접촉부 온도를 10°C 로 고정하였다. 이 온도 자극기를 이용하여 각 신체 부위별로 25cm^2 의 면적에 대해 0.04cm^2 의 단위 면적을 625 points 자극하여, 이때 냉감각을 느끼는 냉점을 찾아냄으로써 신체 부위별 냉점의 분포를 조사하였다. 피부 냉점의 계측은 12개 신체 부위 즉, 얼굴, 가슴, 배, 등, 위팔, 아래팔, 손등, 손바닥, 넓적다리, 종아리, 발등, 발바닥에서 이루어졌다. 정해진 순서에 따라 각 신체 부위에 온도 자극기를 이용하여 각각 1초간의 자극을 가하였다. 피험자는 차갑다고 느낄 때, '차다'라고 대답하도록 하였다. Fig. 2에는 냉점 계측 부위를 Fig. 3에는 냉점 계측 실험 장면을 제시했다. 실험은 1998년 3월부터 8월까지 이루어졌으며, 냉점 계측 결과의 통계적 분석에서 남녀간의 비교를 위해 t-test를 이용하였다.

III. 연구결과 및 논의

Table 1에는 남자와 여자의 신체 부위별 냉점의

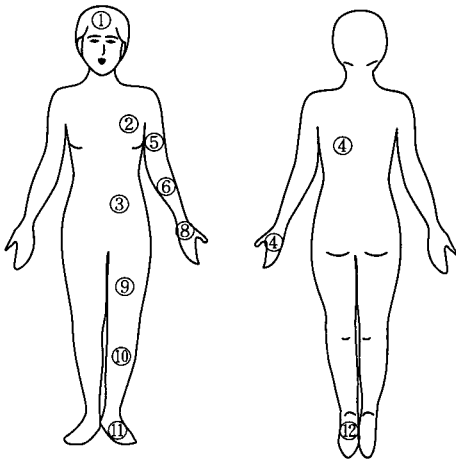


Fig. 2. Measuring Sites of skin Cold Receptors
 ① FACE, ② CHEST, ③ ABDOMEN, ④ BACK,
 ⑤ UPPER ARM, ⑥ FOREARM,
 ⑦ BACK OF THE HAND, ⑧ PALM,
 ⑨ THIGH, ⑩ LEG, ⑪ DORSUM OF FOOT,
 ⑫ SOLE OF FOOT



Fig. 3 Scene of Cold Spot Measurement

수의 평균과 표준편차를 제시하였다. 각 수치는 25cm²의 계측 면적에서 찾아낸 냉점의 총 갯수를 1cm²당 냉점의 수의 평균 및 표준편차로 나타낸 것이다.

신체 부위별로 냉점의 분포를 살펴보면, 냉점이 가장 조밀하게 분포하고 있는 신체 부위 즉, 냉점의 밀도가 가장 높은 부위는 남녀 모두 얼굴이었다. 반

면에 냉점의 밀도가 가장 낮은 부위는 여자는 발바닥, 남자는 종아리로, 사지 말초부에 비해 얼굴의 냉점 분포가 상대적으로 조밀한 것을 알 수 있었다.

냉점의 밀도를 남녀별로 보면, 남자의 경우 얼굴에서 가장 조밀했고, 손등 > 아래팔 > 배 > 넓적다리 > 위팔 > 손바닥 > 가슴 > 발등 > 등 > 발바닥 > 종아리 순이었다. 얼굴의 냉점 밀도는 22.9points/cm², 종아리의 냉점 밀도는 8.2points/cm² 이었다. 여자의 경우는 얼굴에서 가장 조밀했고, 아래팔 > 가슴 > 손등 > 배 > 등 > 위팔 > 넓적다리 > 손바닥 > 발등 > 종아리 > 발바닥 순이었다. 얼굴의 냉점 밀도는 17.8points/cm², 발바닥의 냉점 밀도는 2.2points/cm² 이었다. 냉점이 가장 많은 부위는 남녀 모두 얼굴이었으나, 남자와 비교해볼때 여자는 가슴과 등의 냉점 갯수가

Table 1. Cold spot count at each body site

(points/cm²)

Body site	Male	Female	t-value
Face	22.9±2.5	17.8±4.2	98.13***
Chest	12.8±5.0	13.0±6.3	0.02
Abdomen	15.6±4.2	10.8±4.4	34.12***
Back	11.4±5.5	10.3±6.3	1.61
Upper arm	14.0±4.5	9.5±4.8	33.35***
Forearm	16.4±3.2	13.1±4.2	15.07***
Back of the Hand	18.2±4.1	11.1±4.2	90.61***
Palm	13.9±7.1	7.7±4.6	39.52***
Thigh	14.6±5.2	9.0±3.5	55.26***
Leg	8.2±5.2	5.8±4.0	8.89**
Dorsum of Foot	11.8±6.9	7.5±3.7	25.06***
Sole of Foot	8.5±6.1	2.2±2.9	62.47***

* p<.05 ** p<.01 *** p<.001

Table 2. Comparison of cold spot distribution with other researchers results (points/cm²)

	strughold & Porz	Murata & Iriki	Lee & Tamura		
Characteristics of Subject(s)	German, Adult, Male(n=1)	Japanese,Adult, Male(n=10) & Female(n=10)	Japanese,Adult, Female(n=7) & Korean,Adult, Female(n=10)	Korean, Adult, Male(n=5)	Korean, Adult, Female(n=5)
Face	8.0	20.8	21.1	22.9	17.8
Chest	9.0-10.2	16.5	17.5	12.8	13.0
Abdomen	12.5	20.0	18.0	15.6	10.8
Forearm	6.0-7.5	15.8	16.9	16.4	13.1
Back of the hand	8.0	15.3	16.4	18.2	11.1
Leg	4.3	13.3	8.2	8.2	5.8
Dorsum of foot	5.6	14.3	8.0	11.8	7.5

다른 신체 부위에 비해 상대적으로 많았다.

전체적으로 보면 가슴과 등을 제외한 모든 신체 부위에서 여자보다 남자의 냉점의 갯수가 유의하게 많았다. 가슴과 등에서 측정된 냉점 갯수에서는 남녀간에 유의한 차이가 없었다. 선행 연구에 의하면 일반적으로 남자와 여자의 한서 감각에는 별다른 차이가 없고⁶⁻⁸⁾, 온도 감각의 성차는 온감의 경우 발에서만 발견되었다⁹⁾.

냉점의 개인차가 가장 큰 부위는 남자의 경우 손바닥 (SD=7.1)이었고 개인차가 가장 작은 부위는 얼굴 (SD=2.5)이었다. 여자의 경우는 등 (SD=6.3)에서 개인차가 가장 컸고, 발바닥 (SD=2.9)에서 개인차가 가장 작았다. 본 연구 결과 대체로 개인차가 컸으나, 이는 선행 연구 결과¹⁰⁾에 부합되는 것이다. 실험 조건들을 완벽하게 통제하는 것은 매우 어려운 일이고, 거의 모든 조건이 동일한 피험자에 대해 실험하는 경우에도, 개인차가 매우 크게 나타나므로 이에 대한 논의가 필요하다고 사료된다.

본 연구 결과와 선행 연구 결과를 비교해보기 위해, 독일인 남자를 피험자로 한 Strughold 와 Porz의 연구¹¹⁾, 일본인 남자와 여자를 피험자로 한 Murata 와 Iriki의 연구¹²⁾, 일본인과 한국인 여자를 피험자로 한李와 田村의 연구⁴⁾의 연구에서, 연구 대상의 연령층과 측정 부위가 일치하는 얼굴, 가슴, 배, 아래팔, 손등, 종아리, 발등의 냉점의 갯수를 비교해보면 Table 2와 같다. 단, Murata 와 Iriki의 연구는 성차보다는 연령차를 보기 위한 연구였으므로,

남녀 냉점의 수치가 통산되어 있다.

본 연구 결과와 비교해볼 때, 연구자에 따라 계속 면적(Strughold와 Porz : 6cm², Murata와 Iriki : 4cm², 李와 田村 : 4cm²)과 피험자 특성 (Strughold와 Porz : 독일인 성인 남성, Murata와 Iriki : 일본인 성인 남성 및 여성, 李와 田村 : 일본인 성인 여성 및 한국인 성인 여성)에 차이가 있다.

전체적으로 보면, 사지 말초부인 종아리, 발등에 비해 얼굴, 가슴, 배의 냉점의 갯수가 상대적으로 많은 것을 알 수 있으며, 이는 선행 연구 결과^{13, 14)}와 일치하는 것이다. 즉, 선행 연구 결과 사람의 피부에서는 온점보다는 냉점의 밀도가 높으며, 일반적으로 온도 감각은 얼굴에서 가장 민감하고, 사지 말초부에서 가장 둔감하며 몸통은 그 중간 정도이다.

남녀별로 나누어 비교해보면, 남자의 경우는 독일인과 한국인간에 큰 차이가 있고, 여자의 경우는 본 연구 결과와 李와 田村의 연구간에 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 냉점의 갯수를 계속 부위별로 보면, 얼굴과 손등은 한국인 남자의 경우 가장 많았고, 가슴과 아래팔은 일본인과 한국인 여자를 대상으로 한 李와 田村의 연구 결과에서 가장 높은 수치를 나타냈다.

연구자에 따라 결과에 약간의 차이가 있지만, 그 원인이 피험자의 차이 때문인지 계속상의 차이 때문인지는 명확하지 않다. 선행 연구와의 불일치는 단지 민족차에 기인하는 것이라고 단정할 수 없으며, 측정 방법이나 피험자 선정에 있어서의 차이점도 각기 다른 결과를 나타나게 한 원인 중의 하나라

고 사료된다. 또한, 본 연구 결과 나타난 남녀 냉점 분포의 차이는, 피부 온도 수용기 자체의 차이 즉 온도 수용기의 갯수의 차이 만을 나타내는 것이므로, 온도 수용과 체온 조절 상의 남녀 차이를 명확하게 하기 위해서는 피부 온도 수용기로부터 중추 신경계에 자극이 전달되는 경로, 또한 역치 온도 등에 관한 좀더 상세한 연구가 필수적이다. 이와 더불어 연구 대상자의 수를 늘리는 것도 보다 자세한 연구를 위해 중요하다고 하겠다.

IV. 결 론

본 연구는 외국인과 달리 온도와 같은 특수한 온열 환경에 노출되는 기회가 많은 한국인 고유의 온열 생리학적 특징을 규명하기 위한 연구의 일환으로, 우리나라 남녀의 피부 온도 수용기 중 냉점의 수를 파악하는 것을 목적으로 하여, 신체 건강한 남녀 10명을 대상으로 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $55 \pm 5\%$ RH로 조절된 인공 기후실에서 신체 12부위 피부 표면에 온도 자극기로 온도 자극을 가하여 냉점을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 신체 부위별 냉점의 분포는, 남녀 모두 얼굴에서 냉점이 가장 조밀하게 분포하여 냉점의 밀도가 가장 높았고(남자 $23\text{points}/\text{cm}^2$, 여자 $18\text{points}/\text{cm}^2$), 가장 낮은 부위는 여자는 발바닥($2\text{points}/\text{cm}^2$), 남자는 종아리($8\text{points}/\text{cm}^2$)로, 하지 말초부에 비해 얼굴의 냉점 분포가 상대적으로 조밀한 것을 알 수 있었다. 부위별 순서는 남자의 경우, 얼굴 > 손등 > 아래팔 > 배 > 넓적다리 > 위팔 > 손바닥 > 가슴 > 발등 > 등 > 발바닥 > 종아리 순으로 낮았다. 여자의 경우는 얼굴 > 아래팔 > 가슴 > 손등 > 배 > 등 > 위팔 > 넓적다리 > 손바닥 > 발등 > 종아리 > 발바닥 순으로 낮았다.

2. 냉점 분포의 성차는, 가슴과 등을 제외한 모든 신체 부위에서 여자보다 남자의 냉점의 갯수가 유의하게 많았다. 가슴과 등에서 측정한 냉점 갯수에서는 남녀간에 유의한 차이가 없었다.

참 고 문 헌

1) Hensel, H., Cutaneous thermoreceptors, In Iggo, A.

(ed) : Handbook of Sensory Physiology, New York, Springer-Verlag, 2, 79-110, 1973.

2) Hallin, R. G., Torebjörk, H. E., Wiesenfeld, Z., Nociceptors and warm receptors innervated by C fibers in human skin, *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, **44**, 313-319, 1981.

3) Hensel, H., Thermoreception and temperature recognition, Academic Press, 1981.

4) 李旭子, 田村照子, 人體表面の溫度点分布 (第1報) 冷点分布密度の部位差, *J. Human and Living Environment*, **2**(1), 30-36, 1995.

5) 官山勝, 人の五感とセラミックセンサ, 技報堂出版, 135-136, 1994.

6) Dyck, P. J., Karnes, J., O'Brien, P. C., Zimmerman, I. R., Detection thresholds of cutaneous sensation in humans, In Dyck, P. J., Thomas, P. K., Lambert, E. H., Bunge, T.(eds) : Peripheral Neuropathy, London, WB Saunders, **1**, 1103-1138, 1984.

7) Jamal, G. A., Hansen, S., Weir, A. I., Ballantyne, J. P., An improved automated method for the measurement of thermal thresholds, 1. Normal subjects, *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, **48**, 354-360, 1985.

8) Gray, L., Stevens, J. C., Marks, L. E., Thermal stimulus thresholds : Sources of variability. *Physiology and Behavior*, **29**, 355-360, 1982.

9) Kenshalo, D. R. SR., Somesthetic sensitivity in young and elderly humans, *Journal of Gerontology*, **41**, 732-742, 1986.

10) Fagius, J., Wahren, L. K., Variability of sensory threshold determination in clinical use, *J Neurol Sci*, **51**, 11-27, 1981.

11) Strughold, H., Porz, R., Die Dichte der Kaltpunkte auf der Haut des menschlichen Körpers, *Z. Biol*, **91**, 563-571, 1931.

12) Murata, S., Iriki, M., Body temperature of the aged—The effects of aging on the cutaneous sensory points, *Jpn. J. Gerontol*, **11**(3), 157-163, 1974.

13) Hensel, H., Thermal sensations and thermoreceptors in man, In : Monograph in the Bannerstone Division of American Lectures in Living Chemistry, Springfield, IL., Thomas, 1982.

14) Zotterman, Y., Thermal sensations, In Field, J., Magoun, H. W., (eds) : Handbook of Physiology, Neurophysiology, Washington, DC., Am. Physiol. Soc., 431-458, 1959.