

온도 편안감

황 애 란
(연세대학교 간호대학 교수)

목 차

- I. 서 론
- II. 본 론
- III. 결 론
- 참고문헌

I. 서 론

인간은 주위환경온도가 변화하더라도 정교한 체온조절기전을 통해서 심부온도를 $36.7 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ (이른아침, 구강온도)로 조절할 수 있는 항온동물의 특성을 갖고 있다.¹⁾ 온도에 기인한 스트레스(thermal stress)가 있을때 인간은 주위환경을 조작하거나 의복을 입고 벗는 등의 행동적 조절을 통해 일차적으로 심부온도의 변화에 대응하게 되고 이차적으로는 생리적 조절을 통해 심부온도를 미세하게 조절한다. 생리적 조절은 시상하부에 위치하는 체온조절중추에 의해 반사적으로 이루어진다. 즉 체온조절중추의 preoptic area에 위치하는 thermosensitive neuron은 피부표면에 위치하는 말초온도수용체(냉각수용체, 온각수용체)가 감지한 체표면의 피부온도에 대한 정보와 시상하부자체에 위치한 심부온도수용체가 감지한 심부온도에 관한 정보를 수집하여 이를 체열함량으로 종합한다. Thermosensitive neuron은 이를 이미 설정되어 있는 thermostat과 비교하여 체열함량이 적은 경우에는 시상하부의 후부에 위치하는 열생산중추를 통해 열보존·생산반응(피부혈관수축, 소름, 떨림 등)을 활성화시키고, 체열함량이 많은 경우에는 시상하부 전부에 위치하는 열소실중추를 통해

열소실반응(피부혈관확장, 발한)을 활성화시킴으로서 체열함량을 일정하게 조절한다.^{1,2)} 이와 같이 체열함량이 thermostat에 설정된 기준점과 차이가 생길 때에 인간은 온도불편감을 경험하게 된다³⁾ 대상자의 불편감을 감소시키는 것은 간호 중재의 중요한 영역이므로 문헌고찰을 통해 온도편안감의 특성을 고찰하고자 한다.

II. 본 론

A. 항정상태(Steady State)

체온조절의 관점에서 항정상태에 있을 때 인간은 심부온도와 피부온도가 일정하게 되며 이는 복사, 전도, 대류 및 증발에 의해 주위환경으로 소실되는 열소실량이 인체에 의해 생산되는 열에 의해 정확히 보상되는 것을 의미한다. 일반적으로 항정상태는 열소실과 열습득이 같을때 이루어진다.

$$\text{열습득} - \text{열소실} = 0$$

인체는 대사를 통해 항상 열을 생산하는데 이를 단위시간당 열생산율로 나타내면 $\langle +\dot{H}_m \rangle$ 으로 표시할 수 있다. 대부분의 외부환경온도는 피부온도보다 낮으므로 인체는 복사, 전도, 대류에 의해 열을 소실하게 된다(반대의 상황에서는 열을 얻게 되며 $+ \dot{H}_o$ 로 표시하게 된다). 이를 단위시간당의 열소실율로 나타내면 복사 $\langle -\dot{R} \rangle$, 전도 $\langle -\dot{K} \rangle$ 및 대류 $\langle -\dot{C} \rangle$ 로 표시된다. 또한 인체는 증발을 통해 열을 소실하게 되는데 쾌적한 환경에서는 피부와 호흡기를 통해 우리가 의식하지 못하는 사이에 소실되는 불감증설(insensible perspiration)이 이에 해당한다. 이와같이 기본

적으로 증발에 의해 단위시간당 소실되는 열소실율은 \dot{E}_b 로 표시한다. 따라서 환경상태에서 열평형은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\dot{H}_m \pm \dot{K} \pm \dot{C} \pm \dot{R} \pm - \dot{E}_b = 0$$

이때 복사, 전도 및 대류에 의해 이동하는 열이동율을 합쳐 $\langle \pm \dot{H}_e \rangle$ 로 나타낼 수 있다.

변화하고 있는 상태에서는 열습득과 열소실사이의 동등관계가 이루어지지 않는다. 만약 열소실율이 열습득율보다 크게 되면 체내 열함량은 점차 감소하여 심부온도가 저체온상태가 된다. 반대로 만약 열소실율이 열습득율보다 적게 되면 체내 열함량은 점차 증가해서 심부온도가 고체온상태가 된다. 이때 단위시간당 열소실율이나 열습득율은 열저장율이라고 하고 $\langle \dot{S} \rangle$ 로 표시한다. 열저장율은 인체가 차게 될때 $\langle - \rangle$ 가 되고 덩게 될때 $\langle + \rangle$ 로 표시한다. 그리고 체내 열함량의 변화는 다음의 물리법칙에 의해 평균체온의 변화를 초래하게 된다.

$$\dot{S} = mc(dT_b/dt)$$

m : 질량

c : 비열(specific heat of the body)

최종적으로 열평형을 나타내는 식은 다음과 같이 정리된다.

$$\dot{H}_m \pm \dot{H}_e - \dot{E}_b \pm \dot{S} = 0$$

이 식 자체는 열평형을 정확히 반영해 주지만 이러한 평형이 이루어 지고 있는 체온의 실제수치를 나타내 주지는 않으므로 이러한 열평형이 이루어지는 때의 평균체온과 심부온도를 표시해 주는 것이 좋다.^{2,3,4)}

B. 온도편안감과 온도감각

일상생활속에서 온도편안감(thermal comfort)과 온도감각(thermal sensation)을 확실히 구분짓는 것은 매우 어려운 일이지만 세밀히 조사해보면 두개의 경험이 현상학적으로나 생리학적으로 식별되는 것을 알 수 있다. 온도감각은 '춥다'라는 진술에서 표현되듯이 비교적 객관적 상태를 반영해 주는 이성적인 경험이다. 반면에 온도편안감은 '나는 춥게 느껴진다'라는 진술에서와 같이 개인의 주관적인 상태를 나타내는 정서

적인 경험이다. 편안감자체가 '만족감', '즐거움' 및 '쾌적감'을 의미하므로 온도편안감은 개체가 주위 환경의 온도에 관해 인지하는 주관적인 윤택함이나 불쾌함의 정도와 관련이 된다<표 1>²⁾

<표 1> 온도편안감과 온도감각의 정도에 대한 표현

온도편안감의 정도	온도감각의 정도
1. 편안하다	1. 매우 춥다
2. 약간 불편하다	2. 춥다
3. 불편하다	3. 약간 춥다
4. 매우 불편하다	4. 보통이다
	6. 덥다
	7. 매우 덥다

생리학자인 Ebbecke가 1917년 처음으로 온도편안감과 온도감각의 차이를 지적한 이후로 이에 관련된 연구가 계속 수행되어 왔다.²⁾ Gagge 등⁵⁾은 젊은이들을 4~28°C의 환경에 단계적으로 30분동안 노출시켜 연구한 결과 온도가 28°C에서 21°C가 될때까지 주위온도에 대한 예측을 반영해 주는 온도감각은 계속 정확하였으나 온도편안감은 약간 감소했다. 반면에 주위온도가 13~18°C에서는 온도감각은 변화하지 않는데 비해 온도편안감은 현저히 감소했으며 13°C이하의 환경에서는 떨림을 통해 찬온도감각은 다소 감소시켰지만 온도편안감은 계속 낮게 유지되었다고 보고하였다. 또한 Chatonnet등⁶⁾과 Cabanac⁷⁾은 사람을 온도가 다른 여러 욕목물에 노출시켜 심부온도를 변화시킨 연구에서 저체온의 상태에서는 손에 더욱 자극을 가했을때 윤택하게 느끼고 반대로 차가운 자극을 가하면 불쾌한 반응을 보였으며 고체온의 상태에서는 이와 반대 반응을 나타내는 정서반응의 현저한 변화를 보였으나 온도감각은 항상 찬것은 찬것으로, 더운 것은 더운 것으로 지각함을 보고하고 있다. 또한 Mower⁸⁾은 21~45°C 사이의 수조에 손을 담그게 하고 9개의 다른 온도자극을 손에 가하여 반응을 조사한 결과 온도감각은 가한 온도자극에 비례하여 변화하지만 온도편안감은 심부온도가 정상 범주에서 이탈하는 것에 의해 현저히 영향 받음을 밝히고 있다. Hensel은 이와같은 온도편

안감과 온도감각의 불일치를 야기하는 기전은 온도감각에는 심부온도보다 피부온도가 중요한 역할을 하는데 비해 온도편안감에는 심부온도와 피부온도를 종합한 평균체온을 반영하는 체열함량이 중요한 역할을 하기 때문인 것으로 설명하고 있다.²⁾

체열함량이 정상범주에서 이탈하게 되는 경우 그 이탈의 정도가 적더라도 곧 온도편안감은 감소하게 되며 이탈의 정도가 증가할수록 온도편안감은 더욱 감소하게 된다. 그러나 열평형이 유지되거나 체열함량이 정상범주에서 이탈하였다가 다시 정상범주로 복귀하게 될 때는 온도편안감은 그대로 유지되는 것으로 알려져 있다.^{2,3,9)} 따라서 발열이 발생할 때 그 기전이 체온조절중추의 thermostat의 기준점이 상승한 것이 원인이므로 기준점의 정상범주에 비추어 볼 때 체열함량은 상대적으로 적은 상태에 있기 때문에 체열함량이 새로 설정된 범주에서 이탈된 경우에 해당하므로 온도편안감을 감소시키게 된다. 그러나 발열의 고원기(plateau phase)에서 처럼 열평형이 유지되거나 해열제를 투여하여 thermostat의 기준점을 정상치로 감소시키게 되는 경우에는 체열함량을 감소시키는 반응을 통해 체온이 정상으로 복귀하게 되지만 온도편안감은 그대로 유지되는 특성을 나타낸다.^{9, 10)}

C. 온도편안감의 특성

인간은 대사가율이 최저이고 떨림과 발한등의 적극적인 체온조절반사가 나타나지않고 다만 피부의 혈관운동만으로 그때의 열생산량에 대응하여 열이 발산되는 항정상태에 있을때 추위와 더위를 전혀 느끼지 않고 쾌적감을 느끼는 온도편안감의 상태에 있게 된다. 그리고 이때의 인체의 체온특성은 다음과 같다(그림 1).^{2, 4, 11, 12)}

1. 심부온도 : 36.6~37.1°C
2. 평균피부온도 : 남자 33~34.5°C 여자 32.5~35°C
3. 국소피부온도 : 얼굴과 사지말단사이에는 온도차가 4°C정도된다(이마-35°C, 발등-31°C)

온도편안감을 조성하는 환경조건을 중성온도영역(thermal neutrality zone) 혹은 쾌감대(comfortable zone)라 하며 이는 대기온도, 습도, 기류, 의복, 활동량에 의해 영향을 받는다. 벗은 상태에서 안정하고 있는 경우의 중성온도영역의 조건은 환경온도 28~30°C, 습도 40~60%, 기류 0.5m/초이다. 일상생활속에서는 의복을 입고 가벼운 활동을 하게 되므로 중성온도영역은 22~24°C이다. 활동량이 증가되어 대사에 의한 열생산량이 증가된 경우에도 항정상태는 가능하지만 이와 같은 상태에서는 중성온도영역이

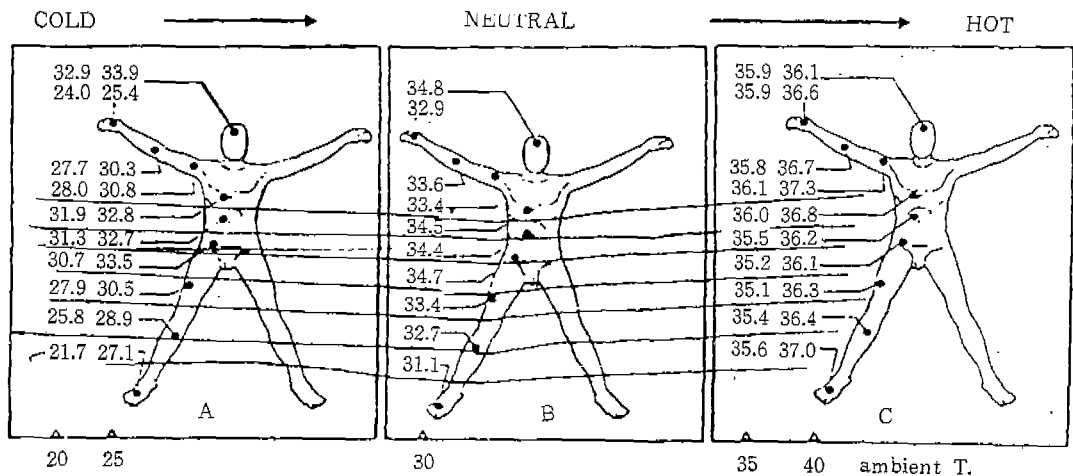


그림 1. 중성온도영역(B), 추운환경온도(A) 및 더운환경온도(C)에서 피부온도분포

란 개념을 적용하지 않는다.^{4,13,14)}

온도편안감은 말초온도수용체, 중추온도수용체, 떨림, 발한 및 혈관운동에 관여하는 구조들로부터 유입되는 정보의 통합된 상태를 반영한다. 피부의 말초온도 수용체의 경우는 온도편안감에 관여하는 신호를 중추로 전달하지만 독립된 회로를 통해서 온도감각에도 관여하고 있다(그림 2).^{2,4)} 온도편안감의 중요성은 온도편안감이 낮아지는 경우 불편감을 느끼게 되므로 행동적 조절반응을 유발하게 된다는 것이다. 반면에 다른 별도의 회로에 의해 매개 되기 때문에 체온조절 상황과는 독립적인 온도감각은 온도에 관련된 주위환경을 더 객관적으로 평가하게 하고 그렇으로써 특정한 환경에 노출되었을때 인체에 일어날 수 있는 일을 예측할 수 있게 한다.^{2,4)}

온도편안감에 영향을 미치는 인체상태로는 피부가 젖은 정도(wettedness), 혈류역학의 변동이 보고되고 있다. 이중 피부가 젖은 정도는 온도편안감을 낮추는데 중요한 역할을 하는 것으로 규명되어 있으나 혈류역학의 변동에 대해서는 구체적으로 그 중요성과 작용기전이 밝혀지지 않고 있다.^{2,15)}

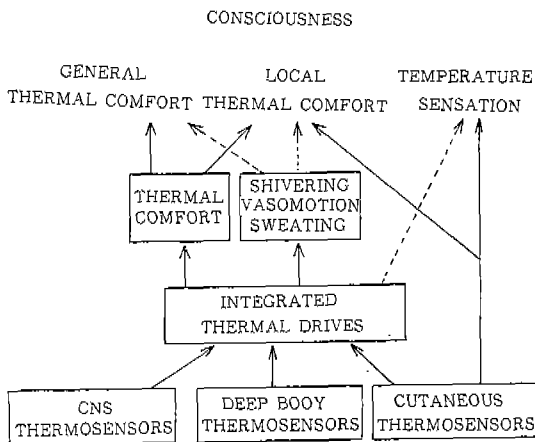


그림 2. 온도편안감과 온도감각에 관여하는 체온조절 회로망

D. 국소적 온도편안감과 전신적 온도편안감

온도편안감이 인체 여러부위에서 상행하는 온도자극의 통합된 상태를 반영하지만 이러한 통합은 국소적인 영향에 의해서 제한을 받을 수 있다. 인체의 어느 부위의 국소온도가 전신편안감을 유발하는 온도에서 현저히 변화될 경우 전신편안감과는 상관없이 국소적인 불편감이 느껴지게 된다. 예를들어 나머지 인체부위가 온도편안감의 상태에 있더라도 발이 차면 그 발은 국소적 온도편안감이 낮아져 불편감을 느끼게 한다. 마찬가지로 인체의 상하부나 앞뒤의 온도차가 크다면 체열합량에 변화가 없더라도 불편감을 야기시키게 된다. 대부분의 경우 국소적 온도편안감이 감소되어 있는 상황에서는 더 높은 주위환경온도범주에서 전신적 온도편안감을 느끼게 된다.⁴⁾

III. 결 론

온도편안감은 개인의 주관적인 상태를 나타내는 정서적 경험으로서 인간이 주위환경의 온도에 관해 인지하는 주관적인 유쾌함이나 불쾌함의 정도를 반영한다. 인간은 대사율이 최저이고 떨림과 발한등의 적극적인 체온조절반사가 나타나지 않고 다만 피부의 혈관운동만으로 그때의 열생산량에 대응하여 열이 발산되는 항정상태에 있을 때 추위와 더위를 전혀 느끼지 않고 쾌적감을 느끼는 온도편안감의 상태에 있게 된다. 이와같은 온도편안감을 조성하는 환경조건을 중성온도영역이라 하며 벗은 상태에서 안정하고 있는 경우에는 환경온도 28~30°C, 습도 40~60%, 기류 0.5m/초이다.

참 고 문 헌

1. 강두희(편). (1988). 「생리학」(개정 3판), 서울:신광출판사.
2. Hensel, H.(1981). *Thermoreception and temper.*

- ature regulation. London : Academic Press.
3. Precht, H., Christophersen, J., Hensel, H., and Larcher, W.(1973). *Temperature and Life*. Berlin : Springer-Verlag.
 4. Houdas, Y., and Ring, E.F.J.(1982). *Human body temperature-Its measurement and regulation*. N.Y. : Plenum Press.
 5. Gagge, A.P., Stolwijk, J.A.J., and Hardy, J.D. (1967). Comfort and thermal sensation and associated physiological response at various ambient temperature. *Environ. Res.*, 1, 1~20.
 6. Chatonnet, J., and Cabanac, M.(1965). The perception of thermal comfort. *Int. J. Biometeorol.*, 9, 183~193.
 7. Cabanac, M.(1969). Plaisir ou deplaisir de la sensation thermique et homeothermie. *Physiol. Behav.*, 4, 359~364.
 8. Mower, C.D.(1976). Perceived intensity of peripheral thermal stimuli is independent of internal body temperature. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 90, 1152~1155.
 9. Gagge, A.P., and Stolwizk(eds). (1970). *Physiologic and behavioral temperature regulation*. Ill. : Springfield Co.
 10. Lipton, J.M.(ed). (1980). *Fever*, N.Y. : Raven Press.
 11. Maclean, D., and Emslie-Smith, D.(eds). (1977). *Accidental Hypothermia*, London : Blackwell Scientific Pub.
 12. Rohles, F.H., and Nevins, R.G.(1973). Thermal comfort : new directions and standards. *Aerospace Med.*, 44, 730~738.
 13. Hey, E.(1975). Thermal neutrality. *British Med. Bull.*, 31, 69~74.
 14. Fanger, P.O.(1973). Assessment of man's thermal comfort in practice. *British J. Ind. Med.*, 30, 313~324.
 15. Nunneley, S.A., Reader, D.C., and Maldonado, R.J.(1982). Head temperature effects on physiology, comfort, and performance during hyperthermia, *Aerospace Med.*, 53, 623~628.