

체온조절의 기전

한림대학교 강남성심병원 신경과

민 양 기

Anatomy and Physiology of Thermoregulation

Yangki Minn, MD, PhD

Department of Neurology, Kangnam Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT

Thermoregulation is at the basis of life maintenance. Humans do effort to maintain the central body temperature within the range of 37 ± 0.2 degrees Celsius. Hypothalamus is primary thermoregulatory center. It regulate sweat gland, skin arteriole by sympathetic system and generate shivering. There may be additional central circuit that control hypothalamic output and regulate body temperature. Thermoregulation is growing in importance because development of hypothermia treatment and obesity.

(J Pain Auton Disord 2013;2:1-2)

KEYWORDS

Thermoregulation, Anatomy, Hypothalamus

서론

사람은 항온 동물이며 중심체온을 항상 37°C 로 유지하고 있다. 사람은 대부분의 경우 외부 기온이 37°C 보다 높거나 낮은 환경에서 생활하므로 중심체온을 37°C 로 항상 유지하는 것은 상당히 비효율적이고 에너지가 많이 드는 일이다. 우리 몸은 끊임없이 대사가 일어나고 있고 대부분의 대사는 효소를 매개로 하는 화학 반응이다. 우리 몸에서 일어나는 화학 반응뿐만 아니라 모든 화학 반응은 온도에 민감하게 반응하며 많은 효소들도 자기가 가장 활성화되는 온도가 있다. 따라서 우리 몸이 원하는 방향으로 화학 반응이 일어나게 하려면 일정하게 체온을 유지하는 수밖에 없다. 대부분의 정온 동물들이 체온을 37°C 전후로 유지하는 것으로 보아 이 온

도에서 가장 에너지 대사가 효율적이지 않을까 생각한다. 변온 동물들은 외부 기온이 떨어지면 급격히 대사가 느려져 겨울잠을 잔다.

결국 체온을 일정하게 유지하려면 모에서 발생하는 열과 외부에서 드나드는 열이 일정해야 한다. $M = E \pm R \pm C \pm K \pm S$ 의 관계식으로 나타내는데, 여기서 M 은 대사에 의한 생산열량, E , R , C , K 는 각각 증발, 방사, 대류, 전도에 의한 방열량, S 는 체내에 축적되는 열량을 나타낸다(Fig. 1). 우리 몸의 대사에 있어서 효율이 100% 일 수가 없으므로 필연적으로 열(M)이 생산되게 된다. 우리 몸의 대사량은 그때그때 다르고 방열량 또한 외부의 기온이나 습도에 따라 수시로 변하므로 우리 몸의 체온조절기전도 계속적으로 능동적으로 움직여야 체온을 조절할 수 있다.

Received: March 8, 2013 / Revised: March 12, 2013 / Accepted: March 12, 2013

Address for correspondence: Yangki Minn, MD, PhD

Department of Neurology, Kangnam Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, 1 Singil-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-950, Korea

Tel: +82-2-829-5125, Fax: +82-2-847-1617, E-mail: yangki2@unitel.co.kr

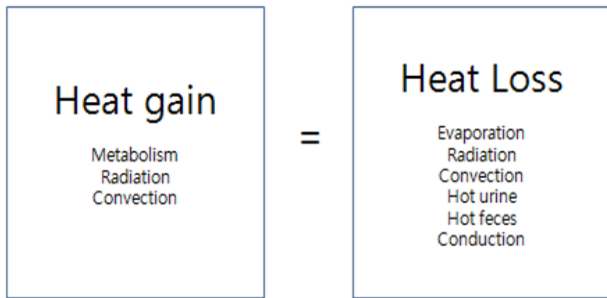


Figure 1. Total heat gain must equal to the total heat loss.

체온 조절의 일차 중추는 시상하부에 있다는 데는 큰 이견이 없는 것으로 생각된다. 시상하부는 대부분의 체온 조절 기능을 담당 한다. 다른 뇌 부위도 체온 조절에 관여하지만 잘 알려져 있지는 않다. 시상하부는 교감신경계를 통해 땀샘과 피부의 세동맥, 부신수질을 지배하며 골격근으로 가는 운동 신경을 통해 체온을 조절한다(Fig. 2).

중심 체온이 37°C 이하로 저하되었을 때 시상하부는 교감신경을 통하여 피부에 있는 세동맥을 수축시켜 피부로 가는 혈류량을 줄여 피부에서 복사 및 대류에 의한 체온 손실을 최소화하고 땀샘에서 땀 분비를 억제하여 증발에 의한 열 손실을 최소화한다. 이 외에 털 기립근이 긴장하여 털이 솟아 소위 말하는 소름이 끼치게 되는데 이는 털을 세워 대류를 최소화하려는 움직임으로 생각되나 사람에게 있어서는 큰 의미가 없어 보인다. 또한 운동계를 자극하여 떨림 즉 오한을 나게 하는데 오한은 작용근과 반작용 근을 동시에 수축시켜 매우 비효율적인 운동을 하게 하여 열 발생을 촉진시킨다. 이것은 불수의적 행동으로 저체온 치료 시 이것을 근 이완제 등으로 억제시켜야 체온이 목표치까지 떨어지게 된다. 시상하부 이외에 대뇌에서는 수의적 운동을 발생시켜 열을 발생시키고, 옷을 입게 하고 햇볕이 드는 곳으로 이동하게 하는 행동을 하게 한다. 체온 저하가 지속되면 호르몬의 변화도 가져와 갑상선 호르몬이 증가하여 대사율을 높이게 되고 식욕도 증가하게 된다.

반대로 체온이 37°C 이상으로 올라가면 시상하부는 교감신경계를 통해 피부의 혈관을 확장시켜 피부를 통한 열 손실을 증가시킨다. 체온을 저하시키는 가장 중요한 기전은 땀 분비로 인한 증발이다. 전체 열량 손실의 55% 정도를 담당한다. 복사나 대류 전도 등 수동적 체온 저하 기전과는 달리 땀 분비는 교감신경의 지배를 받는 능동적 체온 조절 기전이

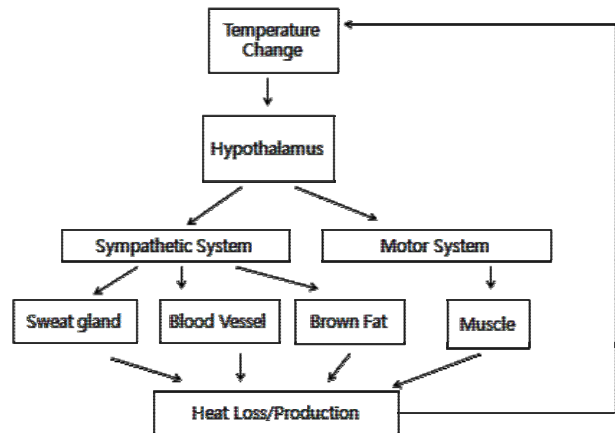


Figure 2. Thermoregulation by hypothalamus.

다. 특히 외기의 온도가 체온보다 높을 때 복사나 대류 전도로는 체온을 저하시킬 수 없으므로 땀 분비만이 유일한 체온 저하 기전이 된다(호흡에 의한 증발은 제외). 이 경우 중요한 요소가 상대 습도다. 따라서 건식 사우나보다는 습식 사우나에서 훨씬 체온 조절이 힘들다. 시상하부이외에 대뇌의 작용으로 활동량이 줄고 그늘을 찾고 옷을 벗는 행동을 하게 된다. 장기적으로는 갑상선 호르몬의 분비도 줄어 대사율을 낮춘다.

체온 조절 기전은 최근 들어 각광받기 시작하였다. 특히 중추성 체온 조절 회로에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.^{1,3} 현재 유일하게 각종 뇌손상에서 신경을 보호할 수 있는 치료가 저체온 치료이다. 저체온의 안전한 유지를 위해 체온 조절 기전에 대한 연구가 진행되고 있다. 또한 비만치료에 있어서 열 생산을 증가시키기 위한 연구와 비만 및 당뇨에 저항성을 가지고 있는 갈색지방세포에 대한 연구가 진행되고 있다.⁴

REFERENCES

1. Clapham JC. Central control of thermogenesis. *Neuropharmacology* 2012;63:111-123.
2. Morrison SF, Nakamura K, Madden CJ. Central control of thermogenesis in mammals. *Experimental Physiology* 2008;93: 773-797.
3. Nakamura K. Central circuitries for body temperature regulation and fever. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2011;301: R1207-R1228.
4. Ginti S. Between brown and white: Novel aspects of adipocyte differentiation. *Annals of Medicine* 2011;43:104-115.