

## 체온 조절과 땀의 분비

서범천

성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 신경과

### Thermoregulation and Sweating

Bum Chun Suh, MD, PhD

Department of Neurology, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

#### ABSTRACT

Human thermoregulation is the maintenance of a constant core body temperature around 37 °C and is essential for homeostasis and survival. Skin thermoreceptor activated by the alteration of environmental temperature influences on preoptic hypothalamus and eventually results in activation of mechanism for either warm defense or cold defense. Skin vasoconstriction or vasodilatation is the first effector response for thermoregulation and there are several other effector responses for it. Sweating is one of the major mechanisms for it and also serves for delicate hand manipulation. Excessive sweating such as idiopathic palm hyperhidrosis can be an obstacle for social life and generalized anhidrosis can evoke life-threatening event due to failure of thermoregulation. This review includes physiology of thermoregulation, sweating and major pathologic conditions of sweating disorders. Further understanding of thermoregulation and sweating will be also helpful to assess various autonomic disorders.

(J Pain Auton Disord 2017;6:1-5)

#### KEYWORDS

Body temperature regulation, Hyperhidrosis, Hypohidrosis, Autonomic nervous system

### 서론

사람의 정상 중심부 체온은 37°C 부근의 좁은 부위에서 유지되며, 정상적인 일중 변동(하루 주기 리듬), 월중 변동(월경 주기) 그리고 일생 변동(노화 과정)이 있다.<sup>1</sup> 체온의 변화는 체온 조절 기전을 작동하게 하며, 중심부 체온이 일정 범위를 벗어나게 되면 체내에 치명적인 영향을 주게 된다. 42°C 이상의 심각한 고체온 상태가 되면 단백질 변형과 세포독성이 나타나고 DNA 합성이 억제되는 반면, 27°C 이하의 심각한 저체온 상태가 되면 심혈관계,

근육신경계, 혈액계통의 변화가 발생하며 치명적인 결과를 초래한다.<sup>1,2</sup> 따라서 체온 조절 기전은 체내 항상성 유지뿐만 아니라 생존에 필수적이며, 열의 습득과 소실을 동일하도록 만들어 중심부 체온을 정상 범위로 유지하도록 만든다.<sup>2</sup>

땀의 분비는 중요한 체온 조절 기전으로 작용하며 전신적인 발한 상태에 대한 평가와 땀 분비 상태의 정량화가 가능하기 때문에 체온 조절의 이해와 자율신경 기능의 평가에서 중요한 역할을 한다. 콜린성 교감신경이 에크린땀샘(eccrine sweat gland)의 무스카린성 M3 수용체에 작용하

Received: June 7, 2017 / Revised: June 14, 2017 / Accepted: June 15, 2017

Address for correspondence: Bum Chun Suh, MD, PhD

Department of Neurology, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, 29 Saemunan-ro, Jongno-gu, Seoul 03181, Korea  
Tel: +82-2-2001-2101, Fax: +82-2-2001-1938, E-mail: bcsuh@skku.edu



**Table 1.** Responses to body temperature change

Body temperature	TRP ion channel	Effector	Response
Decrease	<27°C	TRPM8	1. Skin blood vessel - Arteriolar and arteriovenous anastomosis vasoconstriction
		TRPA1	2. Arrector pili muscle - Pilo-erection and air trapping
		3. Skeletal muscle - Shivering	
		4. Endocrine tissue - Increased metabolic rate	
		5. Behavior - Increased activity, increased appetite, huddled body position	
		6. Brown adipose tissue - Non-shivering thermogenesis	
Increase	>25°C	TRPV4	1. Skin blood vessel - Arteriolar and arteriovenous anastomosis vasodilatation
	>31°C	TRPV3	2. Sweat gland - Sweating
	>43°C	TRPV1	3. Endocrine tissue - Decreased metabolic rate
	>52°C	TRPV2	4. Behavior - Reduced activity, reduced appetite, stretched body position

Modified from Tanesy and Johnson.<sup>2</sup>  
TRP, transient receptor potential.

짐을 방지하는 역할을 하는데, 원숭이와 같은 동물에서는 위험에 처했을 때 달아나는 데 용이한 손발의 환경을 만들어주는 역할을 하고, 사람에서는 정교한 작업 수행에 도움이 된다. 털이 있는 피부의 에크린땀샘은 60-120/cm<sup>2</sup>의 밀도이며, 고온 상태이거나 운동을 하였을 경우에 분비되어 체온 조절의 역할을 하게 된다. 겨드랑이에서는 사춘기 이후 아포-에크린땀샘(apoecrine sweat gland)이 발달하며, 정신적인 스트레스를 받을 때 땀 분비가 일어난다. 정신적인 스트레스가 있을 때 손바닥과 발바닥, 겨드랑이 외에 이마에도 땀 분비가 발생하는 것으로 알려져 있으며, 뇌의 온도를 낮추는 역할을 한다. 감정 땀 분비(emotional sweating)는 체온 조절에는 관여하지 않고, 땀 분비와 함께 손발의 혈관을 수축시키며, 감정적 스트레스를 받는 경우에 전형적인 차고 끈적한 손(cold-clammy hands)을 만든다. 관련된 뇌의 부분은 전전두엽피질(orbital, dorsolateral, ventromedial)과 뇌섬엽(insular), 췌기앞소엽(precuneus), 편도핵(amygdala), 배안쪽 시상하부(ventromedial hypothalamus)이다.<sup>1,2,7-9</sup>

땀의 가장 중요한 역할은 중심 체온을 좁은 범위 안에서 일정하게 유지하여(0.2-0.5°C) 생존에 필수적인 항상성을 유지하는 것이고, 이를 체온 조절 땀 분비(thermoregulatory sweating)라고 한다. 땀샘은 교감신경의 지배를 받음에도 불구하고 아세틸콜린 무스카린성 M3 수용체를 통하여 반응하는데, 교감신경 활성이 증가하는 상태에서도 혈관 확장을 유발하여 효율적으로 땀 분비를 유발하도록 해준다. 또한 땀샘으로 가는 콜린성 신경은 vasointestinal peptide (VIP)도 포함하고 있어서 혈관 확장을 통한 땀 분비 증가에 기여한다. 교감신경은 흉추신경 이하에서 피부 말단으

로 분포하게 되며 안면부는 T1-T4, 상지는 T2-T8, 몸통은 T4-T12, 하지는 T10-L2에서 유래하여 분포한다.<sup>1,2,7-9</sup>

### 3. 땀과다증

땀과다증은 건강상의 문제를 초래하거나 응급상황이 발생하는 경우는 거의 없지만 일상생활과 사회생활에 지장을 주게 된다. 전신성 땀과다증은 땀 분비에 대한 역치가 낮아지면 발생할 수 있으며, 심한 경우에는 탈수와 전해질 불균형이 올 수 있다. 크롬친화세포종(pheochromocytoma), 갑상샘기능항진, 당뇨병, 요붕증, 카르시노이드 증후군(carcinoid syndrome), 불안증 등에서 발생할 수 있으며, 야간 땀과다증은 림프종, 결핵, 심내막염, 당뇨병 등과 관련되어 있을 수 있다. 발작성교감신경성발작(paroxysmal sympathetic storm)은 뇌하수체 기능 장애나 이완 현상(release phenomenon)으로 발생하며, 모르핀이나 브로모크립틴에 반응을 보인다. Shapiro 증후군은 간헐적인 땀과다증-저체온증이 나타나며, 뇌량이 없거나 뇌 중간선(midline) 구조물의 문제가 동반되는 경우가 있다. 또한 삼환계 항우울제, selective serotonin reuptake inhibitor (SSRI), 아편계 진통제, 나프록센 등도 전신성 땀과다증의 원인이 되기도 한다.<sup>3-5,7,9</sup>

국소성 땀과다증 중에 흔히 보게 되는 것은 본태성 손바닥 땀과다증으로, 온도 변화나 운동에 의하여 땀 분비가 유발되는 것이 아니라 감정적 자극이나 정신적 노력을 가했을 때 과도한 땀의 분비를 경험하게 된다. 악수를 하는 등의 사회생활이나 펜으로 글씨 쓰기 등에 불편함이 발생하는 문제가 있다. 유사한 양상의 땀과다증은 겨드랑이나

발바닥에서 나타날 수 있다. 거드랑이의 경우에는 6-25% aluminum chloride 용액이 도움이 될 수 있고, 손바닥과 발바닥의 경우에는 tap water iontophoresis가 일차적인 치료법이다. 심리적 원인이 작용을 하는 경우에는 벤조다이아제핀이 도움이 되지만 항콜린성 약물은 거의 도움을 주지 못한다. 보툴리눔독신이 효과적이지만 2-6개월 간격으로 반복적인 치료가 필요하다. 심한 땀과다증의 경우에는 수술적인 교감신경 절제술이 좋은 치료법이다. 그러나 다른 부위에 보상성 땀과다증이 발생할 수 있다.<sup>3-5,7,9</sup>

소섬유신경병을 포함한 다발신경병의 경우에도 땀과다증을 호소할 수 있는데, 이는 손발의 말단부 땀 감소에 따른 보상작용으로 체간에 과도한 땀 분비가 발생할 수 있기 때문이다. 이 외에 손상된 신경의 자극 현상으로 손발에 과도한 땀 분비가 동반될 수도 있고, 가족성 자율신경부전 환자에서 간헐적 땀과다증이 나타나기도 한다.<sup>3-5,7,9</sup>

흉추 6번 상방의 척수손상의 경우에 자율신경 반사기능 장애가 발생할 수 있는데, 척수상방의 조절기능이 차단되어 방광 팽창 등의 자극에 의하여 안면부와 상부 체간에 땀 증가와 함께 고혈압, 안면홍조, 코의 부종, 서맥 등의 증상이 나타날 수 있다. 척수공동증은 신경 자극 현상을 일으켜 특징적인 국소성 땀과다증이 발생할 수 있다. 대뇌혈관 질환에서도 반신 마비 부위에 땀 분비 증가가 발생할 수 있으며, 특히 뇌섬엽이 포함된 뇌경색에서 관찰된다. 하행성 교차 교감신경 억제 기전의 손상에 의하여 발생하는 것으로 추정되며, 대개 급성으로 발생하고 일시적으로 나타나는 것으로 알려져 있다.<sup>3-5,7,9</sup>

폐경 후 땀과다증(postmenopausal hyperhidrosis)은 폐경기 여성에서 두부와 상부 체간에 땀이 과다하게 나는 경우이며, 10 cm 이내의 범위에 국소적으로 15-60분간 땀이 나게 되는 idiopathic unilateral circumscribed hyperhidrosis도 있다. 또한 매운 음식을 먹을 경우에 이마, 코, 입술에 땀이 주로 나는 생리적 미각 땀 분비(gustatory sweating)가 있고, 신경 손상에 의하여 귀 주위 측두부에 국한된 땀 분비를 보이는 von Frey syndrome도 있다.<sup>3-5,7,9</sup>

#### 4. 땀없음증

땀없음증은 체온 조절이 필요한 자극이나 약물의 자극에 적절하게 반응하지 못하여 땀이 분비되지 못하는 상태이며, 땀의 분비가 감소된 경우를 땀저하증(hypohidrosis)이라고 부른다. 땀 분비는 체온 조절에 중요한 역할을 하기 때문에 땀없음증으로 인하여 고열뿐만 아니라 열사병, 열

충격(heat stroke) 등 응급상황이 발생할 수 있다.<sup>6</sup>

다계통위축증(multiple system atrophy, MSA)은 전신적인 땀 분비 저하를 보일 수 있는 질환이며, 기립저혈압 등의 자율신경 기능 부전과 소뇌실조, 추체외로 증상을 동반한다. 이 외에 파킨슨병, 진행성 핵상마비 등의 운동 질환에서도 땀 분비 저하가 관찰될 수 있다. 뇌경색이나 다발성 경화증과 같은 뇌병변 질환에서는 반신에 발한 감소를 동반할 수 있고, 척수 질환에서는 병변 부위 이하의 땀 분비 감소가 발생할 수 있다. 사지 마비 환자에서 땀없음증과 함께 말초혈관 확장이 동반되면 악성 고열 현상이 발생할 수도 있다.<sup>3,6</sup>

말초신경병에서는 말단 부위의 감각 기능 저하와 유사하게 glove-stocking 양상의 사지 말단부 발한 감소가 발생할 수 있으며, 당뇨병이 가장 흔한 예이다. 자가면역 자율신경절병(autoimmune autonomic ganglionopathy, AAG)은  $\alpha_3$  신경절 니코틴성 아세틸콜린수용체 항체(ganglionic acetylcholine receptor, gnAChR)와 관련되어 있으며, 심한 국소성 땀없음증이 발생한다. 순수자율신경부전(pure autonomic failure, PAF)은 서서히 진행되는 자율신경부전을 특징으로 하고 있으며 국소성, 지역성, 전신성 땀없음증을 보일 수 있는데, 루이소체 질환의 초기 소견이거나 만성형 AAG 일 가능성도 있다. 이 외에 땀없음증은 아밀로이드 신경병, Sjögren병, 나병, 홍색사지통증 등에서도 관찰되고, Lambert-Eaton 근무력 증후군에서도 나타날 수 있다. Ross 증후군은 분절성 땀없음증과 Adie 동공, 무반사(areflexia)를 특징으로 한다. 이 외에 isolated acquired idiopathic anhidrosis라는 질환군도 존재한다.<sup>3,10</sup> 땀없음증은 신경계 질환뿐만 아니라 여러 피부 질환이나 약물에 의하여도 유발될 수 있다.

### 결 론

체온 조절의 기전에 대한 연구는 많은 발전을 하고 있지만 아직 밝혀져야 할 부분이 많이 남아있다. 체온 조절은 사람의 항상성 유지에 필수적인 부분이며, 혈압 유지 등과 함께 자율신경 조절의 중요한 부분을 차지한다. 땀의 분비는 체온 조절의 주요 수단이며 현재 임상에서 땀 분비 이상의 범위, 병변의 추정(중추신경계 또는 말초신경계)뿐만 아니라 땀 분비의 정량화도 가능하기 때문에 임상 의에게 중요한 증상이라고 할 수 있다.

땀 분비 장애는 의사가 간과하기 쉬운 증상이나 환자에게는 만성적인 스트레스 유발 요인일 수 있고, 전신 질환을 찾아내는 단서일 수도 있다. 자율신경계 질환을 진료하

기 어려운 이유 중의 하나는 눈에 보이지 않는 증상이 많은 부분을 차지한다는 점 때문이지만, 땀의 분비는 조금만 주의를 기울이면 바로 관찰할 수 있으므로 자율신경계 이상을 찾는 안내자 역할을 할 수 있겠다.

## REFERENCES

1. Benarroch EE. Thermoregulation: recent concepts and remaining questions. *Neurology* 2007;69:1293-1297.
2. Tansey EA, Johnson CD. Recent advances in thermoregulation. *Adv Physiol Educ* 2015;39:139-148.
3. Cheshire WP, Freeman R. Disorders of sweating. *Sem Neurol* 2003;23:399-406.
4. Benson RA, Palin R, Holt PJ, Loftus IM. Diagnosis and management of hyperhidrosis. *BMJ* 2013;347:f6800.
5. Brown AL, Gordon J, Hill S. Hyperhidrosis: review of recent advances and new therapeutic options for primary hyperhidrosis. *Curr Opin Pediatr* 2014;26:460-465.
6. Chia KY, Tey HL. Approach to hypohidrosis. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2013;27:799-804.
7. Asahina M, Poudel A, Hirano S. Sweating on the palm and sole: physiological and clinical relevance. *Clin Auton Res* 2015;25:153-159.
8. Shibasaki M, Crandall CG. Mechanisms and controllers of eccrine sweating in humans. *Front Biosci (Schol Ed)* 2010;2:685-696.
9. Thorlacius L, Gyldenløve M, Zachariae C, Carlsen BC. Distinguishing hyperhidrosis and normal physiological sweat production: new data and review of hyperhidrosis data for 1980-2013. *Int J Dermatol* 2015;54:e409-e415.
10. Vernino S, Low PA, Fealey RD, Stewart JD, Farrugia G, Lennon VA. Autoantibodies to ganglionic acetylcholine receptors in autoimmune autonomic neuropathies. *N Eng J Med* 2000;343:847-855.