

## 완전 척수손상환자에서 중추성 통증에 대한 적외선 전신체열 촬영의 소견

연세대학교 의과대학 재활의학교실  
연세대학교 의과대학 재활의학연구소

박창일 · 박은숙 · 김유철 · 임길병 · 이창헌

= Abstract =

### Digital Infrared Thermal Imaging on Patients with Complete Spinal Cord Injuries and Central Pain

Chang Il Park, M.D., Eun Sook Park, M.D., You Chul Kim, M.D.  
Kil Byung Lim, M.D. and Chang Heon Yi, M.D.

*Department of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine  
Research Institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine*

Central pain is acknowledged as a complication of patients with spinal cord injuries that interferes with rehabilitative management. In this study objective evaluation of central pain in the patients was tried through the investigation of the digital infrared thermal imaging.

The subjects of this study were 21 injured patients with central pain in the lower extremities and 12 patients without pain who were admitted to the Department of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine between May 1, 1995 and September 30, 1995. The Mean age of the patients with central pain was 37.2 years old and the mean duration after injury was 9.0 months. The most common characteristic of central pain was a tingling sensation which occurred in 14(60.9%) patients. The distribution of the absolute temperature of the skin surface was between 30.4°C and 31.5°C in patients without pain and between 29.3°C and 30.6°C in patients with pain. The temperature of the skin surface were significantly lower in the patients with pain at the anterior thigh, anterior leg, dorsal foot and sole.

Our results showed that the skin temperature of patients with central pain was significantly lower than that of the patients without pain. The central pain may influence the autonomic nervous system to regulate the vasomotor activity which could result in the lowered skin temperature.

**Key Words:** Complete spinal cord injury, Central pain, Digital infrared thermal imaging

### 서 론

척수손상환자에서 통증은 가장 빈번하게 발생하고 재활치료 및 퇴원후 일상생활에 지장을 주는 합병증이

다<sup>1)</sup>. 척수손상환자에서 발생할 수 있는 통증의 양상은 다양하며 주로 근골격성, 분절성, 중추성, 내장성 및 심인성으로 분류된다<sup>2)</sup>. 이 중 중추성 통증은 손상부위 이하에서 나타나는 통증으로 burning, aching, tingling sensation을 특징으로 하며 척수손상환자의

통증중에서 가장 흔하다<sup>3,4)</sup>.

중추성 통증을 측정하기 위하여 Minnesota Multiphasic Personality Inventory(MMPI), Visual Analogue Scale(VAS) 등의 심리적 평가 및 척수마취와 같은 방법등이 사용되고 있으나 통증을 객관적으로 평가하기에는 여러 가지 제한점들이 있다<sup>9,13,21)</sup>.

컴퓨터 적외선 체열 촬영 검사는 교감신경계의 혈관 운동 활동도(vasomotor activity)에 의해 조절되는 체표면의 온도를 측정하는 검사로 인체에 통증이나 방사선 노출의 위험이 없는 검사이다. 체표면의 부위별 온도차는 진피층의 혈액순환과 직접적인 관계가 있으며, 최근 이러한 원리를 이용하여 컴퓨터 적외선 체열 촬영은 요추 추간관 탈출증, 말초신경손상, 자율신경계 질환 등의 진단에 보조적인 검사로 많이 활용되고 있다<sup>1,20,23)</sup>.

이에 본 연구에서는 적외선 전신체열 촬영을 이용하여 척수손상환자에서 중추성 통증에 따른 체열 촬영 소견의 변화를 살펴 보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1) 대상

연구대상은 1995년 5월 1일부터 1995년 9월 30일까지 연세대학교 의과대학 세브란스병원 재활의학과에 입원한 완전 척수손상환자 중 하지에 중추성 통증을 가진 23명과, 통증이 없는 완전 척수손상환자 12명을 대조군으로 하였다.

### 2) 방법

연구기간에 입원한 환자 중 이학적 검사 및 신경학적 검사를 시행하여 근골격성 통증과 분절성 통증이 있는 환자를 연구대상에서 제외시켰으며, 또 MMPI와 임상심리사의 면담을 통하여 심인성 통증이 있는 것으로 진단된 환자도 제외시켰다. 통증의 강도는 시각적 상사 척도(visual analogue scale)를 이용하여 측정하였다. 적외선 전신 체열 촬영은 Dorex Digital Infrared Thermal Imaging System(B40W, Collins Ave, Orange, CA USA)을 이용하였다. 촬영은 외부로부터 빛과 열이 차단되고 습도가 낮으며 실내기류가 일정한 창이 없는 검사실에서 실시하였으며 실내온도는 19~21°C를 유지하였다. 검사전 준비

를 위해 72시간전에는 과도한 태양광선예의 노출을 피하도록 하였고, 검사 24시간전에는 근전도검사, 물리치료, 심부열치료 등을 피하도록 하였다. 검사 당일에는 검사전에 샤워를 하고, 피부크림이나 향수, 방향제, 로션 등을 바르지 않으며 험거운 옷을 입도록 하였다.

촬영은 전신을 탈의한 상태에서 15분간 실내온도에 적응하도록 한 후 촬영하였고 체온의 측정은 손상부위 체간상부 및 하부, 대퇴와 하퇴의 전면부, 족부의 배측 및 족저부에서 시행하였다. 손상부위 체간상부에서 측정시 경수손상 환자의 경우에는 쇄골상와에서 측정하였다.

분석방법은 Database 형식으로 저장된 초기 화일을 FoxPro 프로그램을 이용하여 적절한 형태로 변환한후 SPSS(Statistical Program for Social Science)를 이용하여 각 변수에 따른 차이를 t 검정을 사용하여 통계적인 유의성을 검정하였다.

## 결 과

### 1) 연령, 평균 손상기간 및 손상부위

하지에 중추성 통증이 있는 환자 23명의 평균 나이는 37.2세이었고 평균손상기간은 9.0개월이었다. 통증이 없는 환자 12명의 평균 나이는 30.6세이었고 평균

Table 1. Characteristics of SCI Patients

Characteristics	Without pain (n=12)	With central pain (n=23)
Age(years)	30.6±6.6	37.2±12.3
SCI Duration(months)	89.8±7.4	9.0± 7.5

Values are mean±standard deviation

Table 2. Distribution of SCI Level

Level	No. of cases(%)	
	SCI without pain	SCI with central pain
C3-C8	8(66.7)	8(34.8)
T1-T11	4(33.3)	15(65.2)
Total	12(100.0)	23(100.0)

손상기간은 9.8개월이었다(Table 1). 중추성 통증이 있는 환자중 경수손상은 8명, 흉수손상은 15명이었으며, 중추성 통증이 있는 환자중에서는 경수손상이 8명, 흉수손상이 4명이었다(Table 2).

2) 중추성 통증의 특성 및 부위별 분포

중추성 통증의 특성은 tingling sensation을 호소한 환자가 14명(60.9%)으로 가장 많았고 burning sensation이 5명(21.7%), aching sensation이 4명(17.4%)이었다(Table 3). 통증호소부위는 하퇴부가 13명(56.5%)으로 가장 많았으며 족부가 7명(30.4%), 대퇴부가 6명(26.1%), 기타부위가 2명(8.7%)이었다(Table 4).

3) 시각적 상사 척도(Visual analogue scale)에 따른 통증의 강도

시각적 상사 척도에 따른 통증의 강도를 보면 5점인 경우가 7명으로 가장 많았으며, 6점이 4명, 7점과 8점이 3명, 2점과 3점이 2명, 4점과 9점이 1명씩이었다(Fig. 1).

4) 척수손상환자에서 중추성 통증에 따른 체표면의 온도

중추성 통증이 없는 군의 체표면의 절대온도는 30.4

°C부터 31.5°C까지 분포되어 있었다. 부위별 절대온도의 분포는 손상부위상부 체간에서 31.5°C, 손상부위하부 체간에서는 31.3°C, 대퇴 전면부에서는 30.7°C, 하퇴의 전면부에서는 30.4°C, 족부의 배측부에서 31.2°C, 족저부에서는 31.2°C이었다. 중추성 통증이 있는 군에서는 손상부위상부 체간에서 30.6°C, 손상부위하부 체간에서 30.5°C, 대퇴전면부에서 29.7°C, 하퇴 전면부에서 29.3°C, 족부의 배측에서 30.0°C, 족저부에서 29.9°C로 대퇴의 전면부, 하퇴의 전면부, 족부의 배측부 및 족저부에서 통증이 없는 군에 비해서 체표면의 온도가 유의있게 낮았다(Table 5).

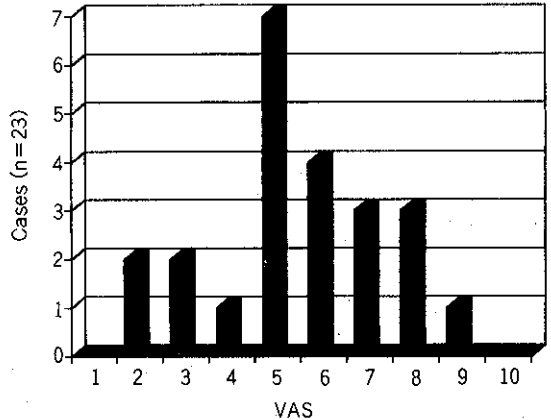


Fig. 1. VAS distribution in SCI patients with central pain. VAS: Visual Analogue Scale

Table 3. Distribution According to Pain Character

Character	No. of cases(%)
Tingling	14(60.9)
Burning	5(21.7)
Aching	4(17.4)
Total	23(100.0)

Table 4. Distribution According to Pain Site

Site	No. of cases(%)
Thigh	6(26.1)
Leg	13(56.5)
Foot	7(30.4)
Others	2( 8.7)

Table 5. Skin Temperature in SCI Patients

Skin region	SCI without pain(n=12)	SCI with central pain(n=23)
Anterior trunk above lesion	31.5±1.1	30.6±2.2
Anterior trunk below lesion	31.3±0.9	30.5±2.1
Anterior thigh	30.7±1.0	29.7±2.0*
Anterior leg	30.4±1.2	29.3±1.9*
Dorsal foot	31.2±0.9	30.0±1.9*
Sole	31.2±0.8	28.8±1.8*

\*P<0.05

Values are mean±standard deviation

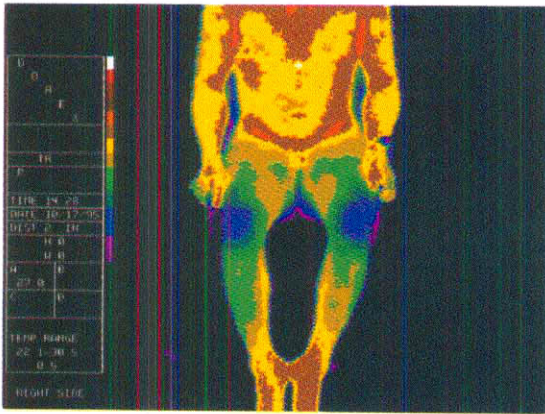


Fig. 2. Thermography image in complete spinal cord injured patient without pain.

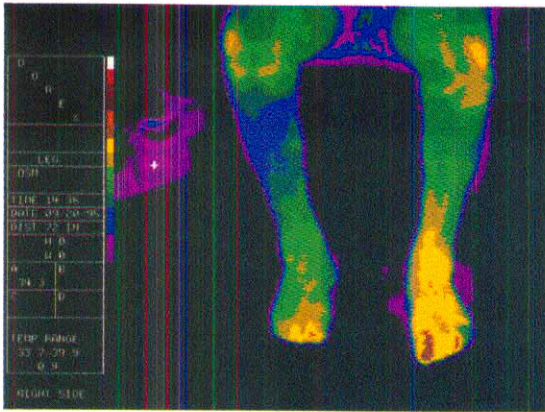


Fig. 3. Thermography image in complete spinal cord injured patient with central pain.

## 고 찰

척수손상환자에서 통증을 평가하는 것은 진단적 목적 뿐 아니라 치료적 평가로서도 중요하다. 그러나 통증 자체가 환자의 주관적인 표현이기 때문에 이를 객관적으로 평가하기에는 많은 어려움이 있다. 특히 중추성 통증의 경우는 감각마비부위이하에서 통증을 호소하기 때문에 다른 종류의 통증에 비하여 상대적으로 평가에 더 큰 어려움이 있다<sup>16)</sup>.

중추성 통증의 발생기전은 손상받은 척수부위 신경원의 비정상적인 firing, 주위 축삭에서의 발아, 변화된 신경전달물질의 농도, 교감신경섬유에서 통증전달 신경섬유로의 연결 및 하강통증억제통로의 파괴에 의한다고 하였다<sup>22)</sup>. 또한 Pagni는 중추성 통증이 척수내 통증의 상행성 경로구조물의 denervation hypersensitivity와 관련되어 있다고 보고하였고<sup>15)</sup> O'Brien은 통증을 전달하는 중뇌와 간뇌의 일정부위의 자극이 통증을 유발한다고 하며 통증의 전달과 형성에 중요한 substance P, leukoencephalin과 5-hydroxytryptophan 등의 신경전달물질이 손상후 변화되어 통증 유발시 중요한 역할을 한다고 하였다<sup>14)</sup>.

손상부위에 따른 중추성 통증의 분포를 보면 손상부위가 높을수록 중추성 통증의 발생율이 높다고 하였으나<sup>16)</sup> 본 연구에서는 경수손상환자 16명중 8명(50%)에서 중추성 통증이 있었으나 흉수손상환자 21명에서는 15명(71.4%)에서 통증이 있는 것으로 나타나 흉수손상환자에서 통증이 더 많은 것으로 나타났다. 이러한 손상부위별 차이는 본 연구에서 체간 및 하지의 통증이 있을 경우만을 대상으로 하였기 때문에 상지에 중추성 통증이 있는 경우는 포함이 되지 않았기 때문으로 생각된다.

중추성 통증의 특성에 대해서 Mariano는 burning, aching, tingling sensation으로 나타난다고 하였고<sup>3)</sup>, Burke는 numbness, burning, tingling sensation을 특징으로 나타난다고 하였다<sup>4)</sup>. 본 연구에서는 표현형태에 약간의 차이는 있었지만 모든 환자에서 Mariano의 경우처럼 tingling, burning, aching sensation의 형태로 분류할 수 있었고 이 중 tingling sensation이 14명(60.9%)에서 나타나 가장 많은 비율을 차지하였다.

컴퓨터 적외선 체열 촬영은 인체의 체표면에서 발산되는 적외선 에너지를 감지하여 일정한 온도 차이에 따라 색을 달리하여 화면에 나타냄으로써 특정 부위의 체표면 온도를 정확히 수치화 할 수 있는 검사법이다<sup>8)</sup>. 체표면의 온도를 조절하는 주요인자는 혈류로서 신체의 피부에는 많은 혈관과 신경이 밀집되어 있어 말단부위의 체온 조절에 중요한 역할을 한다. Ebeiken은 체표면에서 수 mm이내의 혈류의 조절은 주로 교감신경계에 의하여 조절되지만 그외 주위의 물리적 환경상황, 피부상태, 피부표면의 지방 및 진피층을 통한 내부

## 결 론

열 전도와 혈류를 통한 내부열 대류등이 복합적으로 작용한다고 보고하였다<sup>7)</sup>. Huskisson은 교감신경계는 대개 아드레날린을 분비하여 혈관 수축을 일으키나 일부 교감신경의 콜리니직 섬유는 아세틸콜린을 분비하여 혈관확장과 발한작용에도 관여한다고 보고하였다<sup>11)</sup>. 이러한 온도조절 체계는 해부학적으로, 생리학적으로 대칭인 것으로 알려져 있다<sup>20)</sup>. 중추성 통증과 같은 환상통의 객관적 측정방법으로는 교감신경계의 영향으로 인한 피하혈류의 감소가 환상통을 일으킬 수 있다고 하였고<sup>17)</sup>, Kristen등은 절단환자에서 환상통이 있을 때 적외선 체열 촬영을 시행한 결과 환상통이 있는 사지의 체표온도가 저하되었다고 하였다<sup>12)</sup>. 국내에서는 이들이 하지절단환자를 대상으로 적외선 체열 촬영을 시행한 결과 환상통이 있을 때 체표면의 온도가 저하되었다고 하였다<sup>2)</sup>. 그러나 Sherman등은 척수손상환자에서 적외선 체열 촬영을 한 결과 손상부위 하부는 손상부위 상부에 비해서 체표면 온도가 떨어지나 중추성 통증이 있는 부위에서는 주위의 조직보다 온도가 올라간다고 하였다. 중추성 통증이 있을 때 체표면 온도가 상승하는 원인은 원심성 교감신경섬유의 작용에 의한 국소적인 혈관확장에 의한다고 하였다<sup>19)</sup>. 그러나 본연구에서는 Sherman등의 보고와는 달리 손상부위 하부의 체표면온도가 손상부위 상부보다 유의하게 감소하지 않았고 중추성 통증을 호소하는 하지에서 통증이 없는 군의 하지보다 체표면의 온도가 유의하게 감소하였다. 본 연구에서와 같이 중추성 통증이 있을 때 체표면의 온도가 감소하는 이유로는 중추성 통증이 교감신경계의 전신적인 효과에 의해 생기므로 통증부위에서 교감신경계의 활동도가 높아져서 체표면의 혈류감소로 온도의 하강을 일으킨다고 하였다<sup>18)</sup>. 또한 척수손상후 교감신경섬유에서 통증전달신경섬유로의 연결로 통증발생시 교감신경섬유에 영향을 끼쳐서 체표면온도의 하강이 일어난다고 생각된다<sup>22)</sup>.

본 연구에서는 척수손상환자에서 적외선 체열 촬영 측정시 기술적인 제한점으로 인해 상지와 등부위의 체표면온도를 측정하지 못하였고 또한 환자수의 제한으로 인하여 손상부위별로 분류하여 분석하지 못한 제한점이 있었다. 그러므로 향후 위와 같은점을 추가하여 척수손상환자에서 중추성 통증에 대한 더 많은 연구가 필요하다고 생각된다.

1995년 5월 1일부터 1995년 9월 30일까지 연세대학교 의과대학 세브란스병원 재활의학과에 입원한 완전 척수손상환자 중 하지에 중추성 통증을 가진 23명과 통증이 없는 12명을 대상으로 적외선 전신 체열 촬영을 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 중추성 통증의 특성으로는 tingling sensation이 14명(60.9%)에서 나타나 가장 많았고 burning sensation이 5명(21.7%), aching sensation이 4명(17.4%)이었다. 통증호소부위는 하퇴부가 13명(56.5%)으로 가장 많은 빈도를 나타내었다.

2) 시각적 상사 척도에 따른 통증의 강도를 보면 5점인 경우가 7명으로 가장 많았으며, 6점이 4명, 7점과 8점이 3명, 2점과 3점이 2명, 4점과 9점이 1명씩이었다.

3) 통증이 없는 군에서의 부위별 절대온도의 분포는 손상부위상부 체간에서 31.5°C, 손상부위하부 체간에서는 31.3°C, 대퇴 전면부에서는 30.7°C, 하퇴의 전면부에서는 30.4°C, 족부의 배측부에서 31.2°C, 족저부에서는 31.2°C이었고 중추성 통증이 있는 군에서는 손상부위상부 체간에서 30.6°C, 손상부위하부 체간에서 30.5°C, 대퇴 전면부에서 29.7°C, 하퇴 전면부에서 29.3°C, 족부의 배측에서 30.0°C, 족저부에서 29.9°C로 대퇴의 전면부, 하퇴의 전면부, 족부의 배측부 및 족저부에서 통증이 없는 군에 비해서 체표면의 온도가 유의하게 낮았다( $p < 0.05$ ).

이상의 결과로 보아 완전 척수손상환자에서 중추성 통증은 체표면 혈관운동 활동도를 조절하는 교감신경계에 영향을 끼쳐서 통증부위의 체표면온도를 떨어뜨리며 적외선 전신 체열 촬영이 중추성 통증을 진단하는데 유용함을 알 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- 1) 김영수, 조용은: 요추간판 탈출증 환자에서 수술전 후 컴퓨터 적외선 전신 체열 촬영소견. 대한신경외과학회지 1993; 22: 71-82
- 2) 이웅남, 조정자, 분재호, 이규성: 절단환자의 환상통에서 체열 촬영검사와 다면적 인성검사. 대한재활의학회지 1994; 18: 599-606

- 3) Anthony JM: *Chronic pain and spinal cord injury. The Clinical Journal of Pain* 1992; 8: 87-92
- 4) Burke DC: *Pain in paraplegia. Paraplegia* 1973; 10: 297-313
- 5) Buerke DC, Woodward JM: *Pain and phantom sensation in spinal paralysis, Handbook of Clinical Neurology: Injuries of the spine and spinal cord. Part II, New York, Elsevier, 1976, pp489-499*
- 6) Donovan WH, Dimitrijevic MR, Dahm L, Dimitrijevic M: *Neurophysiological approaches to chronic pain following spinal cord injury. Paraplegia* 1982; 20: 135-146
- 7) Ebeiken J, Shaber G: *Thermography a reevaluation. Skeletal Radiol* 1986; 15: 545-548
- 8) Feldman F, Nickoloff EL: *Normal thermographic standards for the cervical spine and upper extremities. Skeletal Radiol* 1986; 15: 545-548
- 9) Frisbie JH, Agnilera EJ: *Chronic pain after spinal cord injury: An expedient diagnostic approach. Paraplegia* 1990; 28: 460-465
- 10) Goldmann PH, Murphy MG, Siltanen GL, Kelly MP, Rucker L: *Normal temperature asymmetry of the back and extremities by computer-assisted infrared imaging. Thermology* 1986; 1: 195-202
- 11) Huskisson EC: *Measurement of pain. Lancet* 1974; 9: 1127-1130
- 12) Kristen H, Lukeschitsch G, Plattner F, Sigmund R, Resch P: *Thermography as a means for quantitative assessment of stump and phantom pains. Prosth Ortho Inter* 1984; 8: 76-81
- 13) Loubser PG, Donovan WH: *Diagnostic spinal anesthesia in chronic spinal cord injury pain. Paraplegia* 1991; 29: 25-36
- 14) O'Brien JP: *Mechanisms of spinal pain, In Melzack R(ed): Textbook of pain, New York: Churchill Livingstone, 1984, pp241-251*
- 15) Pagni CA: *Central pain due to spinal cord and brainstem damage, In Melzack R(ed): Textbook of pain, New York: Churchill Livingstone, 1984, pp481-495*
- 16) *Pain in patients with spinal cord injury: Arch PhysMed Rehabil* 1979; 60: 605-609
- 17) Sherman RA: *Concurrent variation of burning phantom limb and stump pain with near surface blood flow in the stump. Orthopedics* 1987; 10: 1395-1402
- 18) Sherman RA, Arena JG, Sherman CJ, Ernst JL: *The mystery of phantom pain: Growing evidence for psychophysiological mechanisms. Biofeedback and Self-Regulation* 1989; 14: 267-280
- 19) Sherman RA, Ernst JL, Markowski J: *Relationships between near surface blood flow and altered sensations among spinal cord injured veterans. Am J of Phy Med* 1986; 65: 169-185
- 20) So YT, Aminoff MJ, Olney RK: *The role of thermography in the evaluation of lumbo-sacral radiculopathy. Neurology* 1989; 39: 1154-1158
- 21) Stephen TW and Timothy RE: *Pain assessment in spinal cord injury. The Clinical J of Pain* 1992; 8: 93-101
- 22) Thomas EB: *Clinical management of chronic pain in spinal cord injury. The Clinical J of Pain* 1992; 8: 102-110
- 23) Uematsu S: *Thermographic imaging of cutaneous sensory segment in patients with peripheral nerve injury: skin-temperature stability between sides of the body. J Neurosurg* 1985; 62: 716-720
- 24) Uematsu S, Edwin DH, Jankel WR, Kozikowski J, trattner M: *Quantification of thermal asymmetry. Part I: Normal values and reproducibility. J Neurosurg* 1988; 69: 552-555