통증 치료실에서의 D.I.T.I. 응용

건국대학교 의과대학 마취과 통증치료실

이 예 철

D.I.T.I. in Pain Clinic

Ye Chul Lee, M.D.

Department of Anesthesiology, Pain Clinic, Kon Kuk University College of Medicine, Seoul, Korea

적외선 체열 촬영은 인체에서 자연적으로 발산되는 적외선을 측정하는 검사이다. 모든 체조직은 절대온도 0 °(−273 °C)이상에서 적외선을 방출하며 이 온도 에너지는 분자의 활성도와 대사에 비례한다고 한다. 1956년 Lawson이[1] 유방암 환자에서 체열 촬영을 하여 처음으로 문헌 보고를 한 이후 여러 질병에 대하여 여러 방법으로 체열 촬영을 시도하였으나 그 정확도와 정밀도 그리고 방법 자체의 불편함 때문에 임상가들의 욕구를 충족시키기에 부족한 점이 많았다. 최근 컴퓨터의 발달로 인하여 인체의 각 부분에서 방출되는 체열의 미세한 차이를 측정할 수 있게 되었고 이를 천연색 영상화 하여주므로 체열의 변화 양상을 쉽게 표현하여 주는 컴퓨터 전신 체열 촬영(Digital Infrared Thermographic Imaging, D.I.T.I.)이 개발되었다.

D.I.T.I. 장비의 구성과 작동 원리

컴퓨터 적외선 전신 체열 촬영기는 system hardware, infrared detector, scanner, digital data link and data buffer, computer with auxiliary data storage, graphic interface, grayscale, color monitor, key board로 구성되어 있다. 인체에서 방출된 적외선은 indium antimonide나 cadmium mercury telluride의 detector에 의해 감지되고 이를 scanning하여 analog 영상으로 만들며 A/D converter를 통하여 digital 영상화 되어 컴퓨터에 저장된다. 이후 컴퓨터의 조작에 의해 한 부위의 온도를 정확히 측정한다거나 좌우를 대칭으로 비교한다거나 일정 온도 영역의 영상만을 남기고 다른 부분을 화면상에서 지운다거나 하여 원하는 영상을 얻게 되는 것이다[2].

검 사 방 법

검사실은 밖으로 부터의 열에 의한 방해가 없도록 고안 되어야 한다. 방안의 공기는 일정한 방향으로 흐르도록하여 대류에 의한 온도 변화를 배제해야 한다. 적절한 방의 온도는 20~22 °C정도이고 습도는 되도록 낮은 것이 좋다.

환자에서는 적외선 영상에 영향을 줄 요인에 대해 사전에 충분히 교육을 하여야한다. 검사 전 1주일 이내에는 일광욕을 금지 시켜야하며, 24시간 전 부터는 알코올 섭취, physiotherapy, nerve block, EMG 그리고 acupuncture등을 금해야한다. 최소 2시간 전부터는 금연을 해야하며 촬영시 로션이나 talcum powder등을 바르고 있어선 안된다[3].

검사시 환자는 실내온도에 적응하도록 15~20분 정도 loose-fitting gown을 입히거나 탈의상태로 있게 한 후 서거나 앉는 자세등으로 원하는 부위를 촬영한다.

적 응 질 환

1) Indication for thermographic request

- whether nerve injury exist
- whether substantial soft tissue exist
- whether there is objective reason for pain
- possible determination of causation
- determination of permanency of injury or function loss
- conformation of treatment success/failure

2) General application in system

- neuromuscular skeletal system
- circulatory system
- central nerve & peripheral nervous system
- psychological system
- breast cancer

3) Specific application

- chiropratic
- preemployment evaluation
- sport medicine
- worker's compansation

*Musculoskeletal disease
- arthritis
- bursitis
- frozen shoulder
- gout
- ligament laceration
- muscle injury
- rheumatism
- sprain
- sinovitis
- tendonitis
- tennis elbow

*G-S/OB&GYN
- breast cancer
- burn
- metastatic cancer

*Neurological disease
- acute & chronic back pain
- autonomic system disease
- disc disease
- facial nerve paralysis
- hydrosis
- migraine
- myofascial syndrome
- sciatic nerve injury
- spinal canal stenosis
- spinal cord injury
- stroke

*Psychological disease
- hysteria
- malingering
- migrain

*ENT/Dental
- mandibular disorder
- maxillary disorder
- sinusitis

*Cardiovascular disease
- Buerger's disease
- deep vein disease
- internal carotid insufficiency
- Raynaud's disease
- vascular anastomosis

*Others
- postoperative pain control
- post skin graft effect

*Endocrine
- diabetic vascular disease
- thyroid disease
- parathyroid disease

*Dermal & Urogenital disease
- allergic dermatitis
- cryptochidism
- eczema
- herpes zoster
- impotence

고찰 및 평가

인체의 열을 이용하여 질병을 알아내고 치료에 이용하려 했던 것은 기원전 400년전 그리이스의 Hippocrates가 환자의 몸에 진흙을 얇게 도포한후 빨리 건조되는 곳에 질환이 있다고 추측한 것이 시초이며 1592년 Galileo에 의해 온도차이를 측정할 수 있는 Thermoscope가 발명되었고 현대적인 medical thermometer는 1868년에 Wunderlich에 의해 논의 되었으나 주목을 끌지 못하였고 한편 1800년에 William Herschel에 의해 infrared ray가 발견되었으나 40여년이 지난후 사진사였던 그의 아들 John에 의해 발표되었다[4]. 이러한 infrared technology는 2차 세계대전중 금지되었고 1957년 Lawson이 Czerny에 의해 개발된 Evaporagraphy를 이용하여 cancerous tissue의 hyperthermia를 관찰하였다[5,6]. 이러한 초기의 피부의 온도측정방법은 서로 다른 금속을 사용한 thermocoupling이나 oil등을 이용한 evaporagraphy가 사용되었으나 값이 싸고 예민한 검사방법을 찾게되어 cholesterol liquid crystal을 개발하였으나 환자에게 불편감을 주어 liquid crystal plate를 사용하게 되었으며 1973년에 Duensing은 신경근육질환의 진단에 이용하였으며 1982년에 Pochaczevsky와 Wexlers는 liquid crystal contact thermography(이하 LCT)를 이용하여 추간판탈출증을 포함한 신경근병변의 진단에 사용하였다[7,8]. 이러한 LCT는 현재에는 온도에 민감한 liquid crystal을 담은 flexible elastomeric air sealed frame을 신체에 직접 접촉하여 측정하며 이러한 liquid crystal은 파장의 좁은 범위의 polarized light를 선택적으로 내는 무색의 cholesterol ester derivate로서 0.3 °C까지 구분할 수 있다. 이 LCT의 scale은 blue, blue-green, brown-orange, brown 등으로 되어있다[9]. 그후 컴퓨터를 이용한 적외선 전신체열 촬영이 개발되어 일정한 거리를 두고 신체의 열을 감지하여 computer에 전기적 신호로 변환시켜 전달하여 cathode ray tube로 부터 녹화하거나, 사진을 찍은 Tele-electronic thermography가 개발되었다. 정상인의 thermal pattern은 좌우가 비슷한 구성을 보인다. 'Color scale'은 상대적인 것으로 이것은 단지 thermal pattern을 잘 보이게 해주는 역할을 하는 것이다. 즉 양적인 변화를 얻는 것이며 그 주위의 색 자체는 별 문제가 되지 않는다. 알아야 할 점은 낮은 온도에서 높은 온도로의 색의 변화 양상과 이 색깔은 단지 상대적인 온도를 나타내는 것이지 절대 온도를 나타내지 않는다는 사실이다.

Pathophysiologic change가 있을때 나타나는 양상은 양측이 대칭이면서 segment에 따라 온도 차이가 나는 형태와 동일한 segment에서 비대칭적으로 나타나는 형상 그리고 국소적인 "warm spot"나 "cold spot"형태를 보이는 경우가 있다[10].

Neurologic, myofascial, circulatory 그리고 skeletal disorder에서 비 정상적인 양상을 보여 주는데 segmental neuropathic pattern이나 myofascial circulatory, skeletal disorder의 비대칭성 양상이 그 예이다.

"Warm spot"가 생기는 원인은 histamine이나 substance P의 분비, 교감신경의 손상이나 sympathetic dystonia, 교감신경을 억제하는 descending autonomic pathway의 활성화 그리고 기계적 자극이나 radiation 또는 감염 등이 있고 "Cold spot"가 생기는 원인은 교감신경의 활성화, 말초 교감신경의 직접적 자극, 말초 혈관에서의 norepinephrine의 재흡수 장애, 그리고 발한 등이 있다. 판독은 정상에서는 양측이 대칭적이어야 하고 cephalocaudal relation이 맞아야 한다. 정상에서의 양측의 thermal asymmetry는 경추 C 3~5에서는 0.23 °C±0.16, 흉추 T 2~12까지는 0.20 °C±0.17, shoulder와 arm level에서는 각각 0.19 °C±0.12등으로 매우 작으며[11] cephalocaudal temperature decrease가 proximal로부터 distal로 있어야하나 metacarpal-phalangeal과 prepatella 또는 pretibial region에 normal symmetric relative hypothermia가 보일 수 있다[9,11]. 비정상 소견은 시간에 관계없이 일정해야하며 재현가능해야 한다. 온도차에 대한 여러 기준이 있는데 이를 소개하면 1981년 Wexler등은 LCT 촬영을 이용 △T>1 °C인 경우를 비정상이라고 하였고[12] Uematsu S등[11]은 DITI를 사용하여 △T>0.3 °C일 경우라도 의미가 있다고 하였으며 Goodmann등[13]은 △T>0.62 °C일때 의미가 있다고 하였으며 Goodmann등[31]은 △T>0.62 °C일때 의미

가 있다고 하였으며 1991년 Frieda Feldman 등[14]은 LCT를 이용하여 △T가 ±0.6 °C의 asymmetry일 경우 비정상의 조건이 된다고 하였으며 1 °C의 asymmetry의 경우 확실한 비정상으로 간주해야 한다고 하였다.

통증치료실에서의 여러가지 질병 진단과 치료에의 응용

1) 추간판 탈출증에 의한 요통

정상 요추부위의 소견은 고온현상이 대칭적으로 극돌기를 따라 선상으로 있으며 대개 제 4~5요추 부위에서 끝이 난다[15]. 이런 열상은 뻗어나가지 않으며 완만하고 둥글거나 점상으로 끝이 난다(그림 1).

추간판 탈출증 환자에서는 중심부에서 병변쪽으로는 국소적인 고온현상이 나타나며 족부쪽으로는 혈관 수축으로 인한 저온현상의 thermatome이 나타난다(그림 2).

2) Reflex sympathetic dystrophy

비정상적 segmental hypoemission이 나타난다[16].

3) Frozen shoulder

만성에서는 견관절 주위에 비대칭성 국소적 저온현상이 보인다고 하는데 본 저자는 수근부에서 hypothermia를 관찰 할 수 있었다(그림 3).

4) Phantom limb pain

절단부 위쪽으로 대개 hypothermic하며 근위부로 퍼지는 양상을 보이기도 한다.

5) Postherpetic neuralgia

정상적인 segmental thermatome pattern이 불확실하게 나타난다(그림 4).

6) Myofascial pain syndrome

부분적, 국소적 또는 다발성 국소적인 hyperthermic pattern을 보이나 치료 후에는 정상적인 양상으로 회복 된다.

7) Arthritis

Acute stage에서는 부분적인 hyperthermic

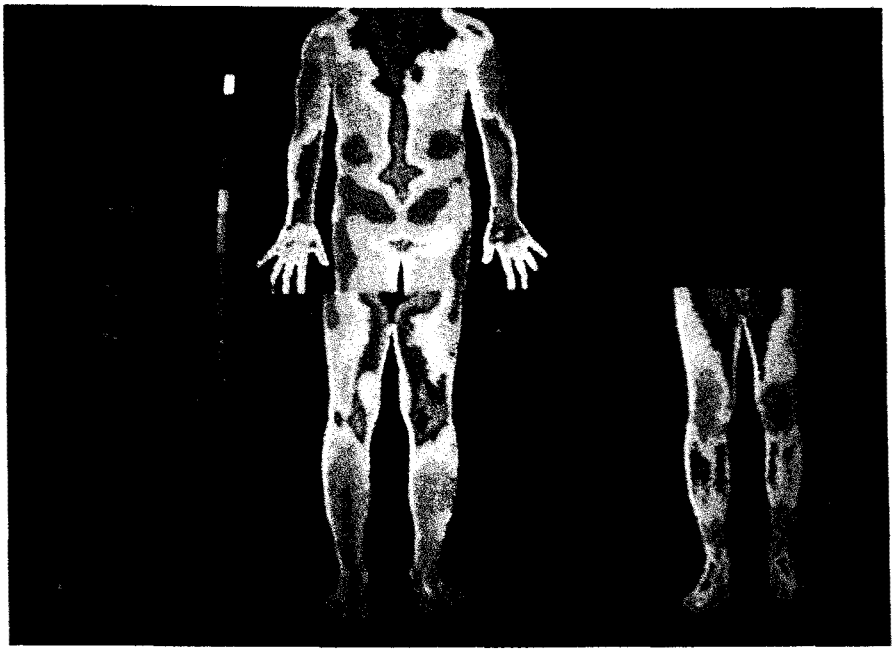

그림 1. 요배부와 하지에서의 DITI정상소견.
열선이 중앙부위로 극돌기를 따라서 완만하고 둥글고 선명하게 L_{4-5} 부위에서 끝난다.

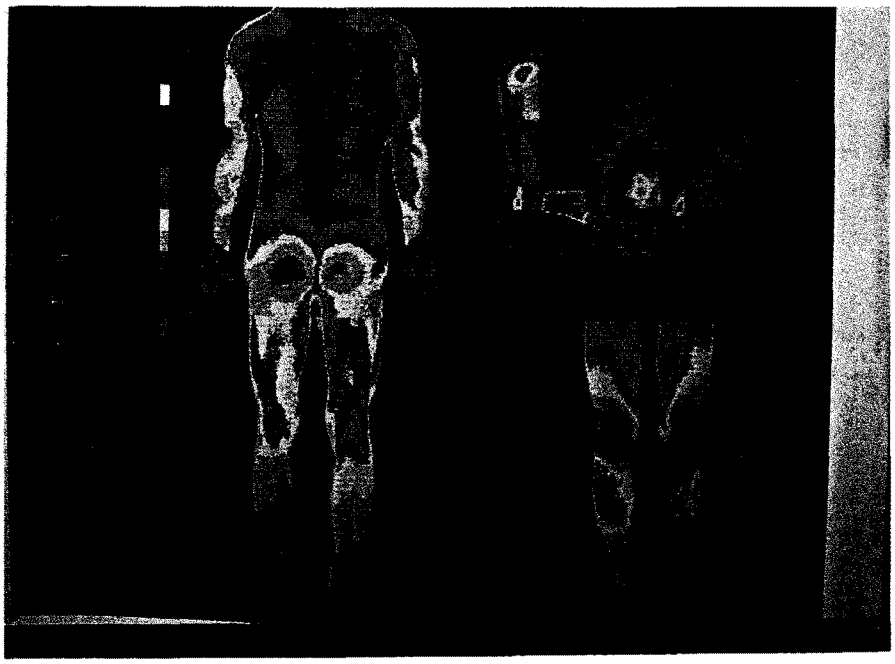

그림 2. 추간판 탈출증 환자의 소견.
치료전; 요추부에 열선이 넓게 깔려있고 돌출부위가 많으며 하지와 발바닥에 비대칭으로 나타난다.
치료후; 요추부에 열선이 감소하고 하지나 발바닥이 대칭으로 나타난다.

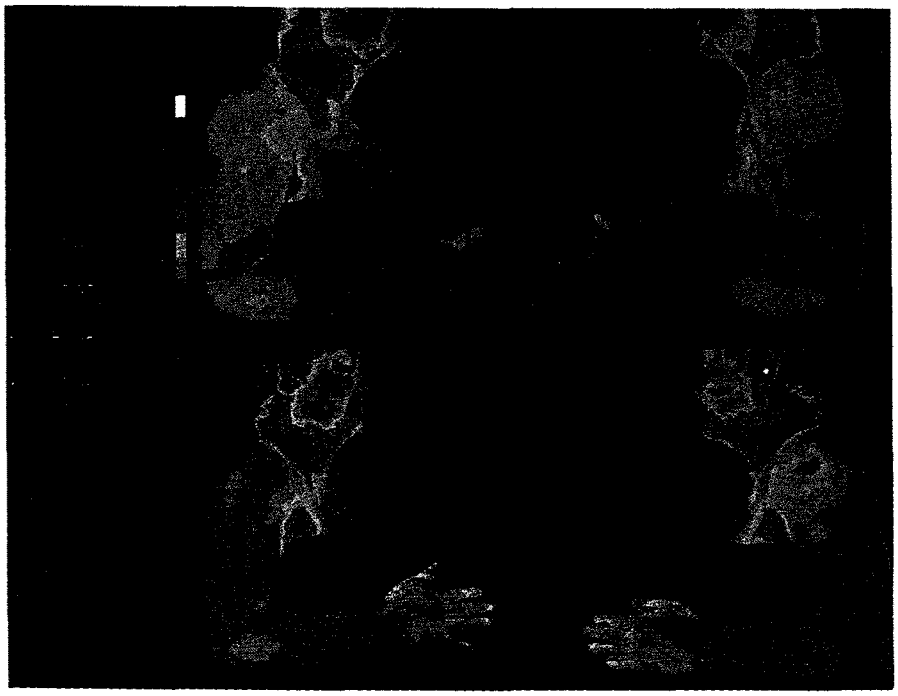

그림 3. Frozen shoulder 환자의 소견. 어깨와 상지는 체열이 상승되고 손목과 손에는 체열이 하강한 것으로 나타난다.

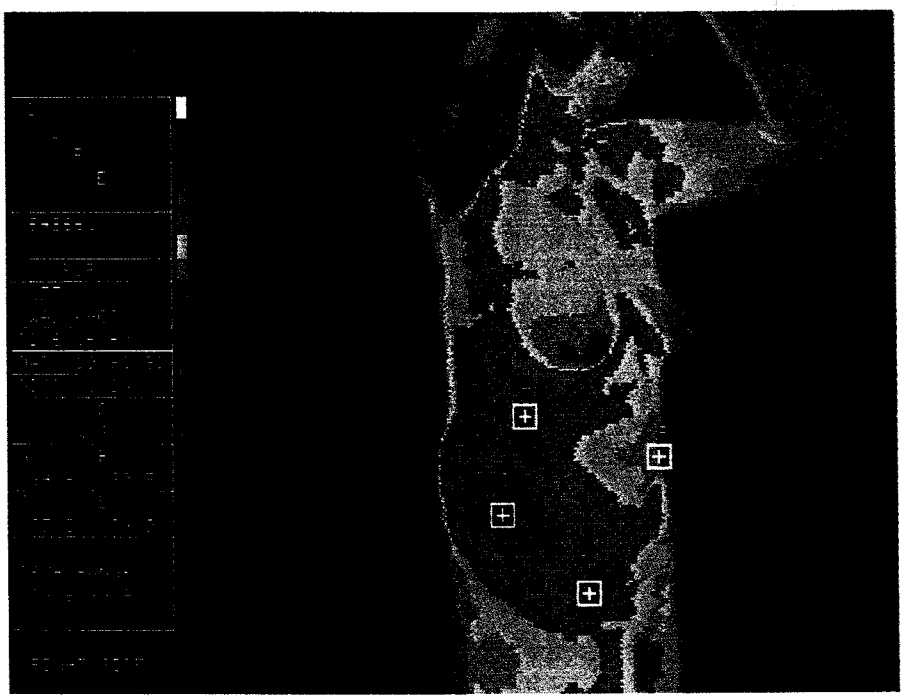

그림 4. Postherpetic neuralgia의 소견. 하나 또는 여러개의 감각신경을 따라서 체열이 상승되나 완전하지는 않다.

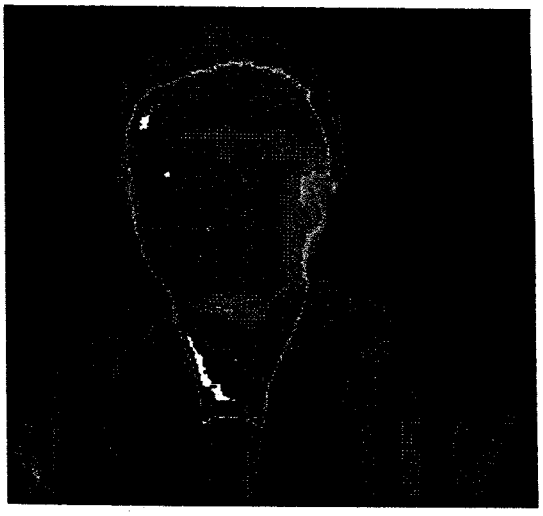

그림 5. 안면신경 마비환자의 소견.
안면이 비대칭으로 나타나며 급성인 경우는 체열이 상승하고 만성일 경우는 체열이 하강하는 것으로 나타난다.

그림 6. 안면신경 마비환자의 치료후 소견.
안면의 체열에 있어서 상승과 하강이 대칭적으로 나타내 보인다.

pattern을 보이나 chronic phase에서는 hypothermic하게 나타난다[8].

8) Bell's palsy

안면신경이 분포하는 영역 전체 또는 각 branch의

범위에서 원인에 따라 hyperthermic pattern 또는 hypothermic하게 나타나며(그림 5) 치료 후에는 정상적인 양상을 나타낸다(그림 6).

9) Neuropathy of the trigeminal nerve

신경이 분포하는 부분 전체 또는 각 branch의 범위에서 acute stage에서는 hyperthermic pattern을 보이나 chronic phase에서는 hypothermic하게 나타난다.

참 고 문 헌

1) LeRoy PL, et al. *A history of medical thermography and overview of two thousand years. Proceedings of the 19th meeting of the medical society of Delaware, Wilmington, DE. 1984; 1*

2) Hobbing WB. *Common technical and interpretive problems with tele-electronic and liquid crystal contact thermography, presented at Academy of neuromuscular thermology 1986*

3) American Academy of Thermology. *Technical guidelines, 2 Ed. Thermology 1986; 2: 108-112.*

4) Bar-Sela A. *The history of temperature recording from antigquityto the present. In Abernathy A, Uematsu S: Medical Thermology. Hanover, Pennsylvania, Sheridan Press, 1986; 1-5.*

5) Lawson C. *The validation of thermology. The american chiropractor 1987; Feb: 1-6.*

6) Lawson R. *Implication of the surface temperatures in the diagnosis of the breast cancer. Can Med Assoc J 1956; 75: 309-310.*

7) Pochaczevsky R, Pillari G, Feldman F. *Liquid crystal contact thermography of deep vein thrombosis. AJR 1982; 138: 717-723.*

8) Pochaczvesky R, Wexler CE, Meyer PH, et al. *Liquid crystal thermography of the spine and extremities. Its value in the diagnosis of spinal root syndromes. J Neurosurg 1982; 56: 386-395.*

9) Feldman F, Nickoloff El. *Normal thermographic standards the cervical spine and upper extremities. Skeletal Rad 1984; 12: 235-249.*

10) Uematsu S. *Thermographic imaging of the sensory dermatomes. Soc Neurosci 1983; 9: 324.*

11) Wexler CE. *Atlas of thermographic lumbar patterns. Tarzana, CA Thermographic services. 1983; 12.*

12) Bonica JJ: *The management of pain. Philadelphia, Lea and Febiger. 1990; 614*

13) Fischer AA. *Advance in documentation of pain and soft tissue pathology. Med Times 1983; 111: 24FM.*

14) Ring EFJ, Dieppe PA, Cadge B. *Thermal pattern of osteoarthritic knees and hands. In recent advances in medical thermology, Edited by E. F. J. Ring and B. Phillips. New York, Plenum Press, 1984; 459.*

15) Uematsu S, Edwin DH, Jankel WR, et al. *Quantification of thermal assymetry, Part I: Normal value and reproducibility. J Neurosurg 1988; 69: 552-555.*

16) Wexler CE. *Cervical. thoracic and lumbar thermography. A clinical evaluation. J Neurol Orthop Surg 1981; 2: 183-185.*

17) Goodmann PH, Murphy MG, Siltanen GL, et al. *Normal temperature assymetry of the back and extremities by computer assisted infrared imaging. Thermology 1986; 1: 195-202.*

18) Feldman F. *Thermography of the hand and wrist. Hand Clinics 1991; 7(1): 99.*