

## 적외선 체열촬영에 관한 고찰

울산 동강병원 물리치료실

김 호 봉

### I. 서 론

인체 체열촬영(thermography)은 체표면에서 자연적으로 방출되는 체열을 감지하여 컴퓨터로 처리하여 천연색 영상으로 가시화 시켜 기록할 수 있는 생물학적 위험이 없는 비침습적인 진단방법으로서, 인체 각 부위의 체표면의 온도분포를 측정하여 이를 기록함으로써, 피부 온도에 직-간접적으로 영향을 미치는 생리적 체온조절 이상의 유무를 연구하는데 유용하게 이용할 수가 있다.

1956년 Lawson에 의해 임상의학에 이용한 이래 <sup>12)</sup>Wexler는 1982년 액정 체열촬영(liquid crystal thermography)을 이용하여 체열촬영이 신경병변에 유용하다고 보고하였고<sup>15)</sup> 많은 학자들에 의해 근-골격계 및 신경혈관계 질환에 있어서의 임상 진단학적 측면에서 Screening 하는데 특히 효과적이라고 보고되었다<sup>6,7,13,14)</sup>. 1994년 김영수 등에 의하면 적외선 체열촬영의 정확도는 경추, 요추 추간판 탈출증에 있어서 임상 증상과는 92.4%의 민감도를 가졌고 CT, MRI의 해부학적 병변과의 특이성은 78.5%, 72.7%를 보였다고 한다. 따라서 척추수술 전후에 적외선 체열촬영 검사가 매우 유용하다고 보고하였다<sup>1~3)</sup>.

이러한 적외선 체열촬영은 임상적으로 널리 이용될 수 있으며 특히, 신경혈관계 및 근-골

격계 질환에 유용하며 정형 물리치료 분야에서 진단과 치료과정의 객관적인 평가에 있어서 효과적으로 응용할 수 있을 것으로 사료되어 체열촬영에 대한 일반적인 고찰과 함께 여러 질환의 증례들을 슬라이드를 통해 준비하였다.

### II. 본 론

#### 1. 정의(Definition)

Thermography란 적외선 열 영상 진단기로서 인체에서 자연적으로 방출되는 적외선을 고감도의 감지기에서 감지, 체표면의 온도를 측정하여 동통부위나 질병부위의 미세한 체온변화를 컴퓨터에 저장, 분석처리하여 천연색 영상으로 등고선 모양의 체열지도를 그려 나타내 줌으로서 신체의 질병을 진단하는 최신방법 중의 하나이다<sup>8,14,15)</sup>. 즉, 인체에서 발생하는 적외선을 촬영하여 체온변화를 천연색으로 시각화한 적외선 영상의학(infrared thermography)이다. 검사시 고통이나 불편이 전혀 없으며 더욱이 자연광선인 적외선을 이용하므로 인체에 해가 없는 가장 안전한 진단평가 장비 중의 하나이다.

#### 2. 역사(History)

역사적으로 인체에서 방출되는 열을 이용하

여 질병의 진단에 적용하였던 기록은 2천여년 전 고대의학자 Hippocrates가 환자의 몸에 진흙을 얹게 바른후 체온에 의해서 병변부위의 진흙이 말라 굳어지는 것을 발견, 그 부위를 질병이 있는 부위라고 추측한 것이 적외선 체열검사의 기원이라 한다.

1592년, Galileo : Thermoscope 발명(온도차이를 규명)

1800년, W. Herschel : Infrared 발견(빛의 전 영역을 분류, 파장이 길고 에너지가 많은 눈에 보이지 않는 광선, 이를 적외선이라 불렀다)

1840년, J. Herschel : 적외선 영상 처리기법 연구(Thermography라 명명)

1948년, L. Massopurt : 임상적인 적외선 체열촬영을 시행.

1956년, Lawson : 유방암 환자에게 있어서 유방암 부위에서 체열변화를 측정 문헌에 보고 (Evaporagraphy 이용).

1973년, Duensing : 신경-근육질환의 진단에 적외선 체열촬영을 처음 이용 (Thermography 이용)

1982년, Wexler : 액정 체열촬영(Liquid Crystal Thermography)을 이용하여 체열촬영이 신경병변에 유용하다고 보고(그림 1).

1985년, Mills : 요추강 협착증 환자에 있어서 좌우 색깔의 비교를 떠나 하지를 각 부분별로 구획을 정하여 온도차이를 측정함.

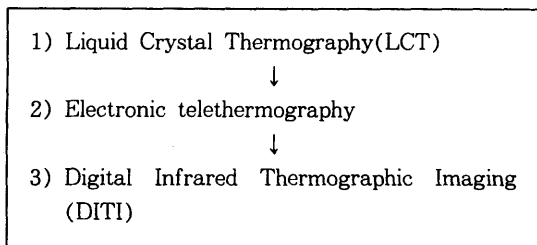


그림 1. 체열촬영의 발달과정

### 3. 기전(Mechanism)

#### 1) DITI 구성

- System hardware

- Graphic interface
- Infrared detector
- Grayscale
- Scanner
- Color monitor
- Digital data link & data buffer
- Keyboard
- Computer with axillary data storage

#### 2) DITI 기전

모든 물체는 절대온도 0도(0°K = -273.16 °C) 이상에서 적외선을 방출한다. Thermography는 기본적으로 적외선 카메라와 영상처리 시스템으로 구성되어 있고 인체에서 방출된 적외선(long infrared : 3~10 μ) 에너지는 적외선 카메라의 indium antimonide나 cadmium mercury telluried의 고감도 감지기에 의해 0.01 °C 까지 감지되고 이를 scanning하여 아날로그 영상으로 만들며 A/D converter를 통하여 디지털 영상화되어 컴퓨터에 저장된다<sup>10)</sup>.

이후 컴퓨터의 조작에 의해 한 부위의 온도를 정확히 측정한다거나 좌우를 대칭적으로 비교한다거나 일정온도영역의 영상만 남기고 다른 부분을 화면상에서 지운다거나 하여 원하는 영상을 얻게되는 것이다(그림 2).

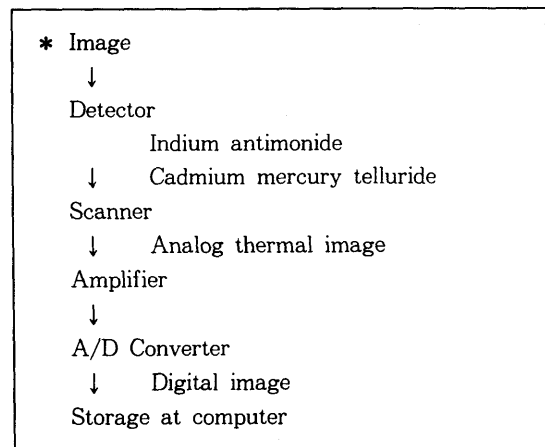


그림 2. 적외선 체열촬영의 영상처리 기전

### 3) DITI 검사방법<sup>8)</sup>

검사실 공기는 일정한 방향으로 흐르도록 하여 대류에 의한 온도변화를 배제해야 하고 적절한 실내온도는 20~23℃ 정도이고, 습도는 되도록 낮고 벽면은 빛에 반사되지 않아야 한다.

검사전 적외선 영상에 영향을 줄 요인에 대해 사전에 교육을 충분히 하여야 하고, 검사전 1주일 이내에는 일광욕을 금지하고, 72시간 전에는 myelogram, EMG, Nerve block, acupuncture, body manipulation 그리고 massage 등을 금하고, 24시간 전부터는 알코올 섭취, physiotherapy, TENS 등을 금해야 한다.

검사시 환자는 실내온도에 적응하도록 15~20분간 탈의 상태로 있게한 후 원하는 부위를 촬영한다.

### 4) 인체 피부온도 조절기전<sup>7, 17)</sup>

피부근처의 혈관은 산소나 영양분 공급, 탄산가스나 노폐물회수 이외에 체온조절의 중추적 역할을 담당한다. 체온이 37℃ 보다 낮을 때는 뇌(시상하부)에서 이를 감지하여 피부근처 혈관들은 수축시켜 혈류를 감소시키므로서 내부체온의 외부발산을 감소시키고(후시상하부: 열생산중추), 반대로 체온이 37℃ 보다 높을 때는 혈관을 확장시켜 체온을 외부로 발산시킨다(전시상하부: 열방출중추).

피부온도는 외적으로는 기온·습도·기류 등에, 내적으로는 피부혈류량(5~6mm 깊이)에 영향을 받고 외부온도가 21℃로 일정할 때, 평균 피부온도는 24~34℃의 범위를 나타내며 주로 혈관운동에 의해 조절된다. 따라서 정상적인 상태에서의 피부온도는 생리기능적으로 좌우 대칭적인 온도 분포를 나타내나 혈관운동 기전에 장애가 오는 경우는 비대칭적으로 온도분포를 나타낸다.

피부온도는 core를 둘러싸고 있는 shell의 온도로서 피부의 혈관운동에 의하여 조절되며 피부혈류량을 나타내는 지표로 사용된다.

\* 혈관확장 → 혈류량증가 → 온도상승  
혈관수축 → 혈류량감소 → 온도하강

#### (1) 일반적인 작용

- 국소적인 근육작용 (muscular action)
- 감각신경에서의 역행성 신경자극 (antidromic stimulation)
- 척수신경의 회귀경막신경 활성화 (recruitment meningeal nerve)

#### (2) 자율신경계의 작용

- 척추 부교감신경의 자극 (spinal parasympathetic stimulation)
- 교감신경계의 혈관확장 기능 (sympathetic vasodilatory system)
- 교감신경의 혈관수축 작용 (sympathetic vasoconstriction)
- 체교감신경 반사에 의한 분절조절 작용 (somatosympathetic reflex)

## 4. 분석 및 판독(Analysis & Finding)

### 1) 기본적인 해석

인체의 32 분절에서의 전체 평균 온도 차이는 0.24℃라 하는데<sup>12)</sup> 체열촬영에 있어서 몇몇 학자들의 해석 기준을 보면 Wexler는  $\Delta T > 1^\circ\text{C}$ <sup>15)</sup>, Feldman & Nickoloff는  $\Delta T > 0.62^\circ\text{C}$ , Academy of Neuromuscular Thermology에서는 0.8℃에서 1.0℃ 차이가 있으면 유의한 것으로 간주하였다<sup>6)</sup>. 온도차이에 따른 판정기준에는 여러가지 주장이 있으나 일반적으로 대칭적인 비교에서 0.5~0.7℃ 이상 차이가 나면 의의 있는 경우로 평가할 수 있다<sup>10)</sup>.

— Characteristics of thermatome<sup>13, 14)</sup> —

- ① Normal pattern……Bilateral symmetry

- ② Abnormal pattern.....Bilateral asymmetry(thermal pattern abnormality)
- ③ Temperature.....Hyperthermia, Hypothermia, Hot spot, Warm spot, Cold spot
- ④ Type.....Localized, Regional, Pattern (Nerve distribution)

— Basic Physiology of Cutaneous Thermal Asymmetries<sup>7)</sup> —

\* Hyperthermia

- ① Loss of sympathetic fiber function(post. ganglionic)
  - ② Blockade of  $\alpha$  receptor in dermal vessel
- \* Warm Spot가 생기는 원인은 히스타민, substance P의 분비, 교감신경의 손상이나 sympathetic dystonia, 교감신경을 억제하는 descending pathway의 활성화, 기계적 자극이나 radiation 또는 감염 등이 있다.

\* Hypothermia

- ① Increased sympathetic fiber function (post. ganglionic)
  - ② Hypersensitization of  $\alpha$  receptor dermal vessel
- \* Cold Spot가 생기는 원인은 교감 신경의 활성화, 말초교감신경의 직접적인 자극, 말초혈관에서의 norepinephrine의 재흡수장애 그리고 발한 등이 있다.

2) 체열촬영의 판독

- ① Hyperthermia — Anatomical level(dorsal primary ramus irritation)
- Muscle & ligament injury(sprain, tear, myositis, myofascial syn.)
- Peripheral nerve injury(complete : hyper, incomplete : hypothermia)
- Bone & joint(trauma, fracture, arthritis, synovitis, inflammation)
- Breast cancer — vasodilation
- ② Hypothermia — Specific dermatome(sinu-

vertebral nerve, sympathetic chain)

- Radiculopathy(dermatome : temperature decrease)
- Hyperhidrosis(sympathetic dysfunction for sudomotor control)
- Reflex sympathetic dystrophy(Sudeck's atrophy)
- Entrapment neuropathy(acute : hyperthermia, chronic : hypothermia)
- Frozen shoulder, phantom limb pain — vasoconstriction

— Thermographic classification of pain<sup>13)</sup> —

- ① Referred pain(sympathetic afferent)
  - Visceral — attitude of smooth muscles
    - Vasodilation : appendix, GB, pulmonary embolism
  - Somatic — postganglionic proprioceptors(Hot spot : trigger points)
    - Vasodilation : fracture, inflammation joint, sprain muscle)
- ② Autonomic defence pain (sympathetic efferent)
  - Vasoconstriction — dystrophy
  - ③ Skeletal nerve pain
    - Root — intradural, extradural
      - Posterior ramus : vasodilation
      - Ventral ramus : vasoconstriction(acute) vasodilation(recovery, chronic)
- Peripheral nerve — transection, compression, nutritional, infectious
- ④ Cord pain
  - Acute — sympathetic vasoconstriction
  - Chronic — sympathetic vasodilation

5. 적응증(Indications for Thermography)

의학적으로 이용되고 있는 thermography는 인체에서 방출되는 적외선을 감지하여 체표면의 온도를 측정함으로써, 인체의 생리 및 병리

등의 분야에 응용되어 질병의 진단, 치료, 진행 과정을 연구하는데 크게 도움을 주고 있다.

### 1) 적외선 체열촬영의 장점(Advantages of Thermography<sup>8)</sup>)

- 비침투성으로 방사선이 아니므로 인체에 방사선 노출이 없다.
- 인체에 무해한 적외선을 이용하며 통증이 전혀 없다.
- 신체의 각 부위별로 선택적인 촬영이 가능하다.
- 피부의 온도 차이에 의한 인체표면을 영상화(CT, MRI는 인체내부를 영상화)
- 동통 및 이상부위를 천연색으로 촬영하여 시각화한다.
- 수술 전후에 비교하여 신경근의 이상영역을 계속 추적 가능하다.
- 히스테리성, 신경성(malingering)을 실제 통증과 구별 가능하다.
- 인체의 신경학적(생리학적) 이상 유무를 판단한다(기능적 병변을 진단).
- 진료의 방향설정(진단, 치료, 진행과정)에 크나큰 도움을 준다.

### 2) 열치료의 적용(Indications of Thermography<sup>4)</sup>)

- Neuromuscular function-reflex sympathetic dystrophy, myofascial syndrome
- Athletic injuries-musculoskeletal syndrome, fracture, hematoma, soft tissue injury
- Peripheral nerve injuries-neuropathy
- Evaluation of treatment-manipulation, massage, wound healing
- Chronic pain syndromes-vascular disease, arthritis

## III. 요약

인체에서 발생하는 체열을 과학적으로 이용하여 질병을 진단하고 치료과정을 관찰하고 예후를 추측할 수 있는 Thermography는 현대의학의 임상 여러분야에서 응용할 수 있는 유용

한 진단장비에 속한다 하겠다. 인체의 피부온도는 좌우 대칭적으로 온도분포를 나타내며 여러가지 생리학적인 원인에 의하여 온도는 변화할 수 있으며, 그러한 온도변화는 여러 질병과의 연관성을 갖게 된다.

Thermography는 유방암세포의 증식에 따른 유방체표면의 초기온도 상승을 screening 함으로서 초기에 유방암을 발견할 수 있으며<sup>12)</sup>, 척추의 신경근 자극에 따른 체열분포를 파악함으로서 신경근의 이상유무 및 척추질환을 진단할 수 있으며<sup>15)</sup>, 말초 혈액순환 장애 등으로 인한 질환에 있어서도 뚜렷한 체표면 온도분포를 나타내 줌으로서 혈액순환의 장애분포를 시각적으로 관찰할 수 있는 이점을 지니고 있다<sup>10)</sup>. 또한 정형 물리치료 분야에 속하는 근-골격계 질환에 있어서의 근육통, 압통점, 염좌, 염증질환 등을 구별할 수 있고<sup>13)</sup> 나아가 치료 전후에 적외선 체열검사를 실시해 봄으로서 치료전이나 치료결과에 대한 객관적인 평가를 할 수 있다는데 큰 의의가 있다고 하겠다.

## 참 고 문 헌

1. 김영수·조용은·오성훈: 요추간판 탈출증 환자에서 컴퓨터 적외선 체열촬영의 의의, 대한신경외과학회지 19: 1303-1313, 1990.
2. 김영수·조용은: 요추간판 탈출증환자에서 수술전후 컴퓨터 적외선 전신 체열촬영소, 대한신경외과학회지 22(1): 1993.
3. 김영수·조용은: 경추간판 탈출증환자의 컴퓨터 적외선 체열촬영, 제4차 학술대회, 대한체열의학회, 1994.
4. 장호열: 요천추부 신경근의 체온절, 제3차 학술대회, 대한체열의학회, 1993.
5. 조준·문창택·나중환·조병일·장상근·이예철: 요추간판 탈출증 환자의 컴퓨터 적외선 전신체열촬영을 이용한 수술후 평가, 대한신경외과학회지 20(7): 528-534, 1991.

6. Aronoff G. : Evaluation and treatment of chronic pain, chapter 14, second edition, William & Wilkins.
7. Bonica J. : Physiology of the autonomic nervous system, The management of pain, Lea & Febiger, p.402, 1953.
8. Bonica J. : The management of pain, second edition, Vol.I, Lea & Febiger, 1990.
9. Edwards B. & Hobbins W. : Pain management & thermography, Practical management of pain, Mosby-year book, Inc., p.168, 1992.
10. Hobbins W. : Thermography and pain update 1993, (Presented at American Academy of Thermology Meeting), 1983.
11. Lawson C. : The validation of thermology the American Chiropractor, Feb : 1987.
12. Lawson R. : Implications of surface temperature in the diagnosis of breast cancer, Canad MAJ 75 : 309-310, 1956.
13. Leroy P. & Filasky R. : Thermography as a diagnostic aid in the management of chronic pain, Evaluation and treatment of chronic pain, 2nd edition, William & Wilkins, p.202.
14. Leroy P. & Filasky R. : Thermography, The management of pain, 2nd edition, Lea & Febiger, p.610, 1990.
15. Pochczevsky R., Wexler CE., Meyers PH., et al : Liquid crystal thermography of the spine and extremities, Its value in the diagnosis of spinal root syndrome, J neurosurg 56 : 386-395, 1982.
16. Prithvi R. : Practical management of pain, second edition, Mosby-year book, Inc., p.168-183, 1992.
17. Schmidt G. : Human physiology, Thews (eds), springer-verlag, New York, p.111-125, 1983.

- ABSTRACT -

## Study on Infrared Thermography

Kim Ho Bong, R.P.T.

*Dept. of Physiotherapy, Dong Kang Hospital*

Thermography is a diagnostic procedure that measures infrared energy emitted by the skin. Thermography detects body temperature change which are controlled by the autonomic nervous system. It does show the thermal dysfunction that correlates closely with pain syndromes as well as normalization when the healing process takes place. Experienced clinical interpretation of the thermal pattern is necessary to diagnose and establish causation.

Thermography is useful in the diagnosis of painful conditions such as herniated disc diseases, myofascial syndrome, myositis, musculoligamentous injury, reflex sympathetic dystrophy, athletic injuries, vascular diseases, arthritis, inflammation and breast tumors.

**Key word :** thermography, thermal dysfunction, thermal pattern