

赤外線 全身體熱影像診斷의 最新知見

大韓生命保險株式會社 醫務部

金 熙 涉

Recent Knowledge for Digital Infrared Thermographic Imaging, D.I.T.I.

Hee-Seup Kim, M.D.

Medical Department, Korea Insurance Co., Ltd.

序 論

2000년전 Hippocrates는 인체의 통증이 발생한 신체표면에 진흙을 얹은 두께로 균일하게 도포함으로써 통각부위에서 발생하는 발열의 온도 범위를 따라 진흙층의 한면이 빠른 건조현상을 일으킴과 동시에 중심부가 갈라지는 현상을 파악, Hippocrates는 이 현상을 인체의 통각부위의 체표열 방사부위검사에 착안하였다(Fig. 1).

1840년에는 Sir John Herschel에 의하여 비로서 통각환부의 체열측정이 개척되었으며, 본격적인 체열촬영법(Thermography)은 1956년 Lawson에 의하여 유방암이 발생한 부위의 피부 온도가 대상적인 정상 유방 부위보다 체열촬영영상으로 높은 체표열을 나타냄으로써 최초로 문헌상에 보고되었고, 그후 1980~82년에는 Wexler 및 Pochaczewsky 등은 천연색 색깔의 체열촬영법을 사용하여 추간판 탈출증에 의한 신경근(Nerve root)병변의 진단과 아울러 심부정맥 혈전증(Thrombosis)에 수반된 체표열의 포출을 해당부위에 색깔패턴(Color pattern)으로 정보신호(signal)를 묘사한다는 보고와 더불어 체열촬영법은 일약 발전의 계기가 되었다(Fig. 2).

최근에는 방출되는 열을 디지털로 변화시켜 컴퓨

터에 저장 및 출력하는 방법으로 소위 디지털적외선 체열영상진단법(Digital Infrared Thermographic Imaging)이 개발되어 구미 선진국에서는 물론, 우리나라에서도 몇몇 대학병원과 일부 개업의원 및 Pain Clinic Center에 설치되어 체열영상진단법의 개척기를 맞이한 느낌이다.

體熱攝影法の 原理

적외선체열영상진단법(D.I.T.I)의 원리는 인체 표면에서 적외선의 파장영역으로 방출되는 열의 높고 낮은 체표열부위를 감지하여 각각 색깔을 달리한 영상패턴을 포출함으로써 인체의 통증부위, 또 환자 자신도 감지할 수 없는 통각부위까지도 천연색 컴퓨터 사진(multi-colored picture)으로 통증 부위를 가식적으로 탐지(detection)하는 특징이 있다. 이때 가시적인 천연색 영상 조성은 특정 통증 부위의 체표면의 온도, 즉 체표열을 시사하는 신호 역할을 함으로써 이에 따라 해당 체표부위의 열 측정이 절대적인 진단 요소가 되며, 열의 높고 낮은 곳이 표준이 되어 각각 해당 부위의 혈관확장(Vasodilation)에 따른 고체온패턴(Hyperthermic pattern)과 혈관 수축에 의한 저체온패턴(Hypothermic pattern)이 감지됨으로써 각 체표열 측정에 따라 통증 부위를 위치하여 신경계질환, 혈관계질

환 및 기타 국소 병변을 규명하게 된다.

이때 multi-colored picture 분포 상태의 발생 변화를 파악하기 위해서는 좌우측 상하지와 같은 양측의 대조적인 비교 관찰이 요구되며 따라서 통증을 호소하는 환부측을 사전 선택해야 함으로 multi-colored picture 형성과 관련하여 환자의 주증상과 병력 파악이 사전 필요하다.

이상과 같이 적외선체열촬영법은 주로 통증의 이상 부위를 체표열 차이에 의하여 특정 천연색 영상 패턴으로 묘사, 가시화 함으로써 해당부 체표열측정의 정보 신호 역할을 하며, 이에 따라 정상 및 비정상부위를 대조적으로 열감지로 파악, 인체의 기능적 변화를 영상화에 따라 임상진단에 기여한다.

體熱撮影法の 利用度

체열촬영법의 진단적 가치관으로서 신경근육골격통증증후군(Neuromusculoskeletal pain syndrome)과 유방암을 위시하여 혈관질환(혈전증), 염증(관절염, 활막염), 신경계질환(신경통, causalgia), 손상(염좌, 근육손상, 신경손상) 및 진행성 질환(추간판탈출증, 근막증후군, 교감신경반사증후군) 및 대사장애등 이용도가 다양하며, 한편 신경외과에서 수술후 처치로써 경과 관찰을 파악하기 위해서도 이용되고 있다.

그러나 체열촬영법에 의한 영상진단법은 현재 같은 영상진단법으로 이용되고 있는 방사선 영역의 영상진단법과 같이 각 장기의 병변을 직접 형태학적인 영상으로 묘사하는 방법이 아니므로 질병의 이용도에 있어서는 기능적 변화의 정보 신호를 얻는 보조진단으로서의 효과가 기대된다.

體熱撮影法の 長短點

체열촬영법의 장점은 주로 통증과 연관성이 있는 병변부위의 체표온도 또는 병변에 의해서 자극 받고 있는 신경의 지배 영역의 체표온도의 차이를 색깔 영상의 체표열패턴으로 가시화 함으로써 인체의 기능적 변화를 감지하는 특성과 아울러 비 침해성진단

법이므로 환자는 안전하게 반복적 검사를 실시할 수 있다는 이점에 비하여 같은 영상 진단인 단순 X선 촬영상, 초음파영상진단, 전산화단층촬영상(CT) 및 자기공명영상진단(M.R.I.)등에서와 같이 병변자체를 형태학적 영상으로 묘사하는 진단 방법이 아니며, 또 병변부위와 정상부위의 경계도 분명치 않고, 또한 병변과 관련이 없는 요인에 의한 체열차이가 가끔 영상화되어 소위 위양성(false positive)을 포출하게 되는 경우 등의 진단상의 단점은 체열촬영법의 진단가치에 있어서 예민도(sensitivity)와 특이도(specificity)의 비중을 재고하게 된다.

體熱撮影法の 前處置

체열촬영법은 주로 통증과 연관성이 있는 체표열 측정에 목적이 있으므로 검사 직전에 체온에 이상이 있는 조건에서는 중단하며, 또 통증과 관련하여 검사전 진통제 사용도 금해야 함은 물론, 기타 적외선 촬영영상에 영향을 줄수 있는 아래와 같은 요인에 대하여는 사전에 유의해야 한다.

- 1) 수검자에 발열증상이 있으면 검사를 연기한다.
- 2) 검사전 2~4시간부터는 금연, 24시간 전부터는 금주한다.
- 3) 검사 당일에는 샤워를 하며, 몸에 화장수나 화장분말을 바르지 않는다.
- 4) 검사 24시간전부터는 진통제 사용을 금하고, 또 마사지, 침술 및 척수조영술(Myelography)등을 모두 금한다.
- 5) 검사 1주일전에는 일광욕을 금한다.

體熱影像診斷의 症例

적외선체열촬영상에 포출된 비정상적 체표열을 측정, 각 해당 부위의 고체온패턴(Hyperthermic pattern)과 저체온패턴(Hypothermic pattern)의 조성요인을 분석한 증례로써 특히 임상적으로 통증과 연관성이 있는 염증성 및 신경계질환의 증례를 주로 예시하였으며, 기타 호르몬이상, 대사장애,

및 교감신경 이상과 관련성이 있는 질환과 유방암 등을 선택적으로 예시한 바 아래와 같다.

1. 正常下肢 體表熱所見

정상 건강인의 좌우측 하지 전면의 체표열을 대칭적으로 측정한 증례로써 좌우측 하지의 체표열이 델타 $T0.5^{\circ}(\Delta T 0.5^{\circ})$ 의 경미한 체열차이므로 이때는 모두 정상소견으로 간주하며(Fig. 3), 체표열 소견에서는 대칭적으로 델타 $T0.5^{\circ}(\Delta T 0.5^{\circ})$ 이하는 정상 소견으로 인지한다.

2. 痛風(Gout)

퓨린대사(Purine metabolism)의 이상으로 과요산혈증(Hyperuricemia)을 일으켜 통풍성관절염의 발작을 주증상으로 하는 증후군이며, 주로 족관절 및 엄지 발가락 관절부에 호발함과 동시에 통증을 동반한다. 체열영상진단에 있어서 급성기에는 해당 우측 족관절 부위에 염증에 의한 혈관 확장에 따른 고체온패턴(Hyperthermic pattern)을 표출하며(Fig. 4), 정상소견인 좌측 족관절 부위에 비하여 델타 $T1.5^{\circ}(\Delta T 1.5^{\circ})$ 의 차이로 고체온패턴(Hyperthermia)을 표출한다.

3. 凍結肩(Frozen Shoulder)

肩關節包(Articular capsule)에 만성염증에 따른 견관절주위염으로 관절주위조직의 유착이 초래되어 팔의 회전운동장애와 아울러 통증이 동반되는 질환으로써 흔히 50대 연령에 이환율이 높다.

체열촬영법의 증례에서는 좌측 견관절부위에 수반된 염증으로 해당 부위에 국한성 혈관 확장에 의한 고체온패턴(Hyperthermic pattern)이 표출된 증례(Fig. 6)이며, 이때 정상체열소견인 우측 견갑부(Fig. 5)와 비교 관찰하면 델타 $T0.7^{\circ}(\Delta T 0.7^{\circ})$ 의 차이로 고체온패턴을 표출함을 알수 있다.

4. 椎間板脫出症(Disc Herniation)

추간판이 외력압박에 못이겨 피막을 찢고 탈출함으로써 일어나는 질환이며, 이때 추간판 중심부의 수핵(Nucleus pulposus)은 섬유성으로 이루어진

섬유륜(Annulus fibrosus)을 뚫고 뒤쪽의 후부종주인대(Posterior longitudinal ligament)의 옆쪽으로 탈출하여 척추후부신경근(Spinal dorsal nerve root)의 압박에 따른 자극으로 해당 하지에 지각장애와 통증에 따른 운동 제한이 수반된다.

체열영상진단 증례의 경우 추간판탈출의 호발부위인 제 4 요추와 제 5 요추간 추간판탈출에서는 제 5 요추 신경근 압박현상으로 해당 하요추부에 $\Delta T 1.2^{\circ}$ 의 국한성 고체온패턴(Hyperthermia)을 나타내며(Fig. 7), 동시에 동측성 둔부 중앙부에서 측면을 따라 대퇴부를 거쳐 하퇴부 앞쪽까지 고체온패턴이 이어진다.

또 제 5 요추와 천추간 추간판탈출은 제 1 천추 신경근압박으로 요천추부에 국한성 고체온패턴이 발생함과 동시에 동측성 둔부 외측면을 따라 좌측 하지 외측과 후면에 고체온패턴을 표출한다(Fig. 8, 9).

5. 부르거病(Buerger's Disease)

부르거병의 호발부위는 상하지 혈관으로써 이때는 혈전증(Thrombosis)에 의한 염증을 일으켜 혈관반응에 따른 조직손상이 야기됨으로 체열영상진단에 있어서도 국한성 염증반응에 의한 고체온패턴(Hyperthermic pattern)이 표출된다.

6. 甲狀腺機能亢進症(Hyperthyroidism)

갑상선 호르몬의 과잉분비로 인하여 갑상선중독상태를 초래함을 말한다. 원인은 중독성선종(Toxic adenoma)과 같이 갑상선 호르몬이 과잉생산되는 경우와 또는 갑상선염(Thyroiditis)에 의한 갑상선의 조직손상으로 호르몬의 과잉누출에 따른 경우이다.

체열영상진단에서도 중독성선종과 같은 호르몬반응, 갑상선염과 같은 염증반응으로 갑상선 부위에 국한성 혈관 확장에 따른 고체온패턴(Hyperthermic pattern)을 표출한다.

7. 捻挫(Sprain)

외상(Injury)으로 관절이 정상적인 운동 범위를 훨씬 지나쳐 비틀어졌을 때, 해당관절을 보호하는

관절낭(Articular capsule)이나 인대(Ligament)가 과도하게 늘어나 손상받은 상태이며, 이때는 외상을 받은 관절부위에 종창을 동반한 열감과 동통을 호소하며 호발부위는 슬관절, 수근관절, 경추 및 요추관절에 해당한다.

체열영상진단상에서는 해당관절부위에 비정상 체표열패턴을 나타내며 중대한 경추염좌(Cervical sprain)에서 볼 수 있듯이 해당 경추부위에 염좌에 의한 혈관확장에 따른 고체온패턴(Hyperthermic pattern)이 포출된다(Fig. 10).

8. 神經痛(Neuralgia)

신경통은 특정 말초신경의 기질적장애로 야기되는 통증을 임상적으로 신경통이라고 하며, 발생원인으로는 염증, 외상, 압박, 감염, 혈관장애 및 종양 등에 의하여 각 특정 신경이 지배하는 영역에 속발성 신경통을 유발한다.

체열촬영법은 신경계통 질환에 의한 통증 진단에도 큰 역할을 하는데 이때는 발생원인과 시간적 경과상태에 따라 혈관확장에 의한 고온체표열(Hyperthermia)과 또는 혈관수축에 따른 저온체표열(Hypothermia)을 포출하게 된다.

예컨대 슬개하신경(Infrapatella nerve)의 손상에 의해서 무릎에 발생한 통증은 시초에는 해당영역에 고온체표열을 포출하며(Fig. 11), 또 帶狀疱疹바이러스(Varicella Zoster Virus)가 흉곽신경절(Thoracic ganglion)을 침범하여 야기되는 신경염증상에 있어서는 해당흉곽면에 대상성포진과 동시에 신경통이 동반되는데 이때의 체표열패턴은 신경염의 국한성 염증에 의한 vasomotor change로 급성기에는 고온체표열로 나타나고 만성기에는 저온체표열을 포출하게 된다.

9. 急性灰白髓炎(Poliomyelitis)

폴리오바이러스의 감염에 의해 뇌간(Brain stem)의 운동신경세포가 파괴되는 것이 특징이며, 파괴된 운동신경세포가 지배하는 근육의 마비와 위축이 수반된다. 운동 마비는 상하지에 비대칭성마비로 나타나며, 건반사는 소실되고, 마비근육은 현

저한 위축을 초래한다.

체열영상진단상에서 해당 하지는 폴리오에 의한 신경 퇴화(Neural degeneration), 근세포 퇴화(Muscle cell degeneration) 및 대사장애(Metabolic disorder)로 만성과정의 특징인 혈관수축의 현상으로 저체온패턴(Hypothermic pattern)을 포출한다.

10. 交感神經反射失調症候群(Reflex Sympathetic Dystrophy Syndrome)

Reflex Sympathetic Dystrophy Syndrome은 중요증상이 교감신경 반사작용에 의해서 발생한다는 사실이며, 이 질환은 대체로 발생전에 신경조직, 연조직 및 골조직에 손상이 있었거나, 뇌혈관장애(C.V.A.) 및 척수 질환등의 병력이 있는 사람에게 온다.

증상으로는 상하지의 심한 통증, 부종, 통각, 발한, 관절의 운동저하, 근육의 수축 및 골다공증(Osteoporosis)등 다양한 증세를 호소한다.

체열촬영법에서는 교감신경변화에 의해서 해당 상하지에 고온체표열(Hyperthermia)이나 저온체표열(Hypothermia)이 포출되는데, 이때 고온체표열은 후부교감신경절(Post-ganglion)의 기능상실이나 진피혈관(Dermal vessel)에 알파수용기(Alpha receptor)의 차단이 왔을때 혈관확장에 따른 고온체표열이 발생하고, 한편 후부교감신경절의 기능증가에 의하거나 진피혈관에 알파수용기의 과민현상이 야기되면 반대로 혈관 수축에 따른 저온체표열이 초래된다.

11. 乳房癌(Breast Cancer)

유방암의 임상진단은 사진과 촉진으로 유두의 혈 성분비물, 유두나 피부의 함몰상태, 유륜의 부종 및 종괴의 촉진등이 진행성유암 진단의 중요한 관찰요소가 되겠으나 이보다 더 조기발견에 있어서는 유방 X선촬영법과 아울러 초음파 검사가 중요한 역할을 하였으며, 종괴영상 발견에 따라 생검(Biopsy)에 의하여 세포학적 진단으로 최종 진단이 확정 되었다. 이렇듯 유방암의 조기진단에 있어서는 유방 X

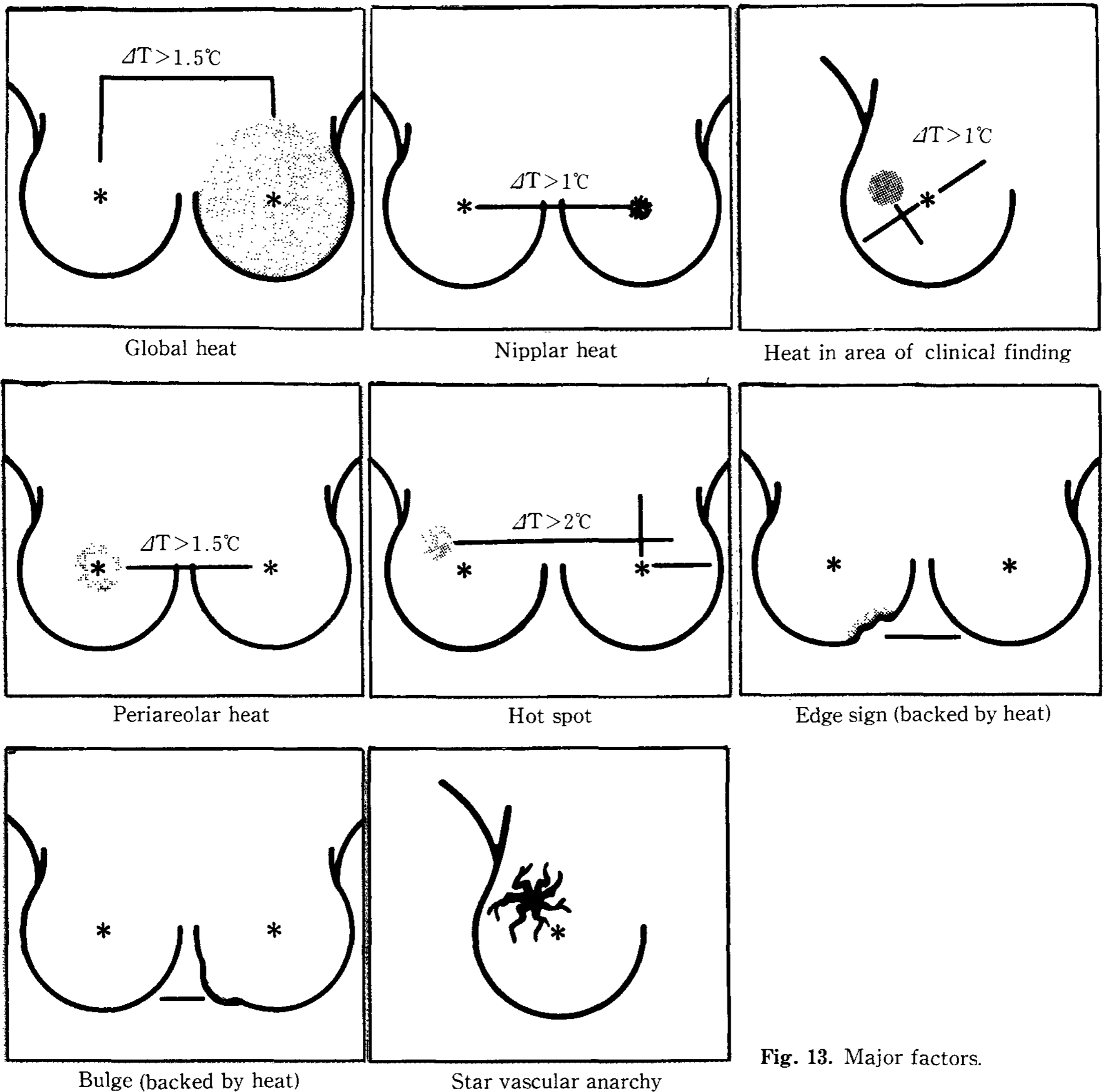


Fig. 13. Major factors.

선촬영법을 이용, 미세석회침착소견과 아울러 직경 0.2~1.0 cm에 해당하는 무증상자의 초기 종괴 형성을 우연히 발견하는데 큰 역할을 하여 왔으나 최근에는 체열촬영법에 의하여 유방의 종괴 형성이 직경 0.2 cm 까지 되기 이전인 아주 초기증상까지도 유방체열영상진단상으로 조기 탐지가 가능하며 (Fig. 12), 이때는 유방암세포의 doubling time이 정상세포분열보다 짧아 생기는 열의 차이까지도 감지할 수 있기 때문이다.

체열촬영영상진단에 있어서 일반적으로 유방암검

사상의 중요한 소견은 혈류의 증가와 열방출로 야기되는 여덟가지의 비정상적 체표열이 있는데 이는 1982년 미국 시카고 방사선협회에서 분류한 것으로써 ① global heat ② nipplar heat ③ heat in the area of clinical finding ④ periareolar heat ⑤ hot spot ⑥ edge sign ⑦ bulge sign ⑧ star anarchy 등 8종의 주요요소로 분류되며 이러한 비정상패턴의 2개 이상이 같이 나타날 경우에는 유방암 발생의 예민도와 아울러 특이도가 높다는 것이다 (Fig. 13).

REFERENCES

- 1) Uematsu S: Symmetry of skin temperature comparing one side of the body to the other. *Thermology* 1:4-7, 1985
- 2) Ishigaka T, Sakuma S, Skai M, Kobayashi H, Asai H: Infrared imaging of spinal cord lesions: relation between thermal abnormalities and extent of the lesion. *Thermology* 2:578-583, 1987
- 3) Hubbard JE, Hoyt C: Pain evaluation by electronic infrared thermography: Correlations with symptoms, EMG, myelogram and CT scan. *Thermology* 1:26-35, 1985
- 4) Pietro SD, Piva L, Viganotti G, Bertario L: Critical evaluation of the use of thermography in the investigation of scintigraphically cold thyroid nodules. *Invest Radiol* 17:607-609, 1982
- 5) Aronen HJ, Suoranta HT, Taavitsainen MJ: Thermography in deep venous thrombosis of the leg. *AJR* 137:1179-1182, 1981
- 6) Ash CJ, Shealy NC, Yong PA, Beaumont WV: Thermography and the sensory dermatome. *Skeletal Radiol* 15:40-46, 1986
- 7) Edeiken J, Shabor G: Thermography: A reevaluation. *Skeletal Radiol* 15:545-548, 1986
- 8) Lawson RN: Implications of surface temperatures in the diagnosis of breast cancer. *Can Med Assoc J* 75:309-310, 1956
- 9) Report of the American Academy of Neurology: Therapeutic and Technology Assessment Subcommittee. Assessment: Thermography in neurologic practice. *Neurology* 40:523-525, 1990
- 10) 김영수, 조용은, 오선훈 : 요추간탈출증환자의 컴퓨터적외선 전신체열촬영의 의의. *대한신경외과학회* 2:1303-1313, 1987



Fig. 1. Coating of mud over the body.



Fig. 2. Multi-colored thermogram.



Fig. 3. Normal thermographic pattern in lower leg (anterior view).

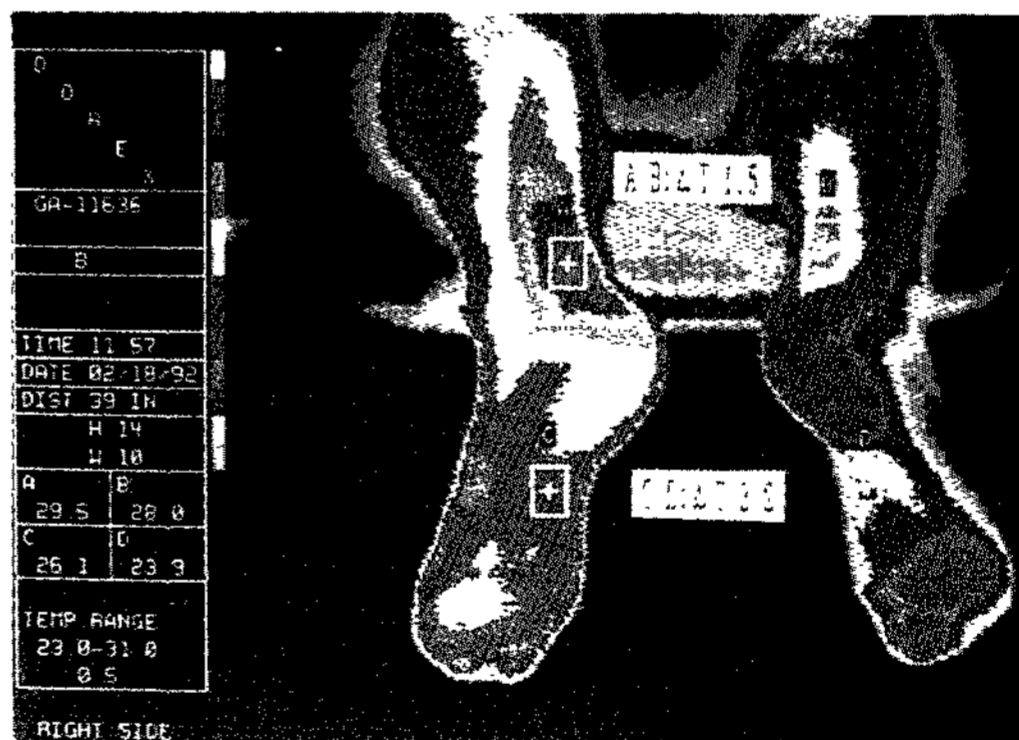


Fig. 4. Gout in right ankle joint (ant. view).



Fig. 5. Normal thermogram in right shoulder (lateral view).

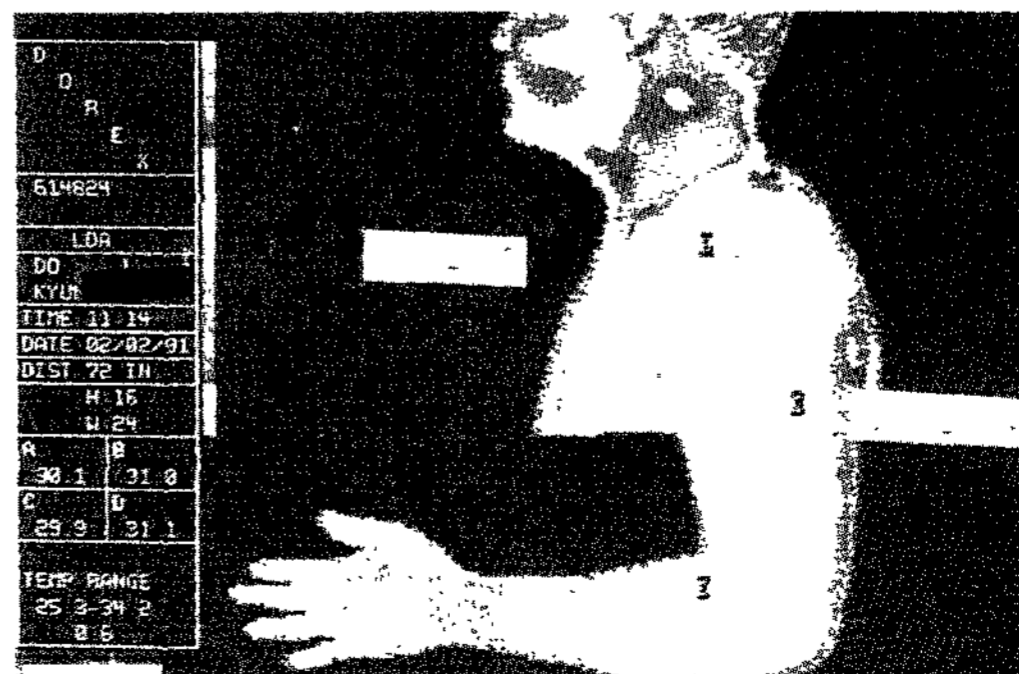


Fig. 6. Frozen shoulder on left (lateral view).

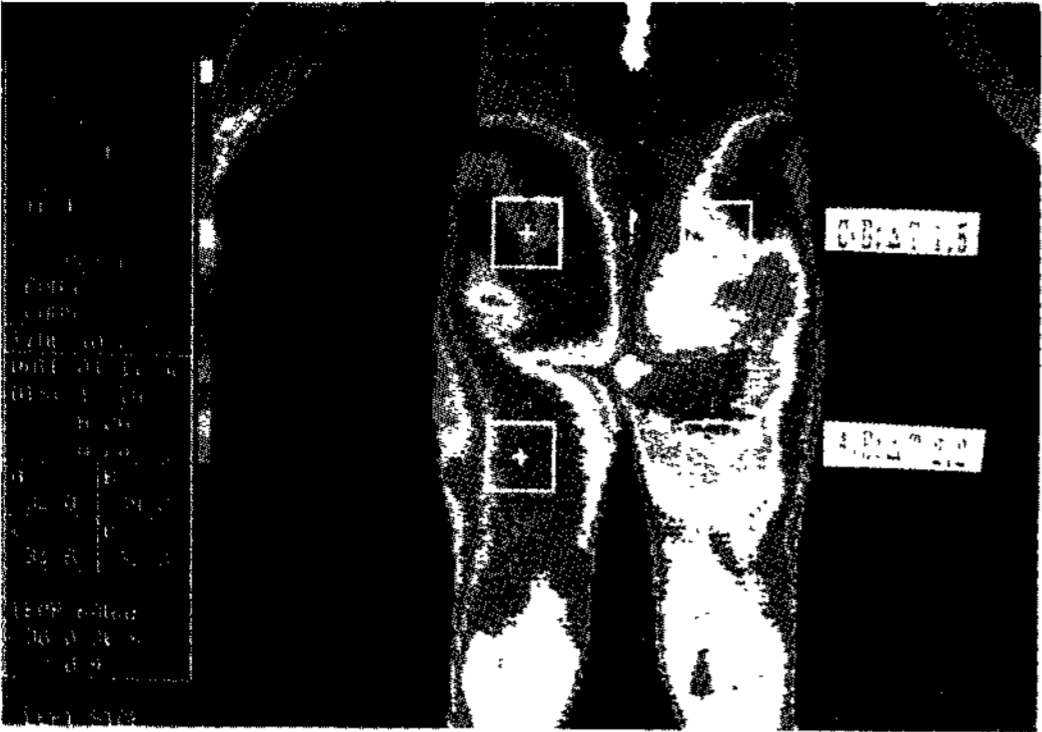


Fig. 7. Lumbar disc herniation (posterior view).

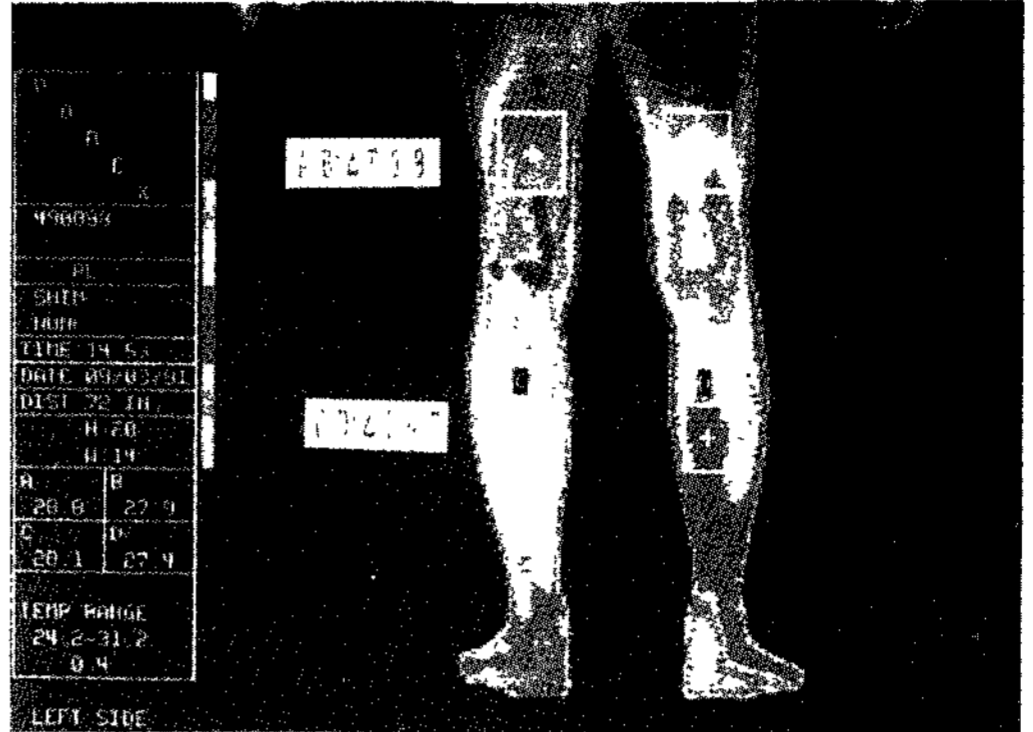


Fig. 8. Lumbosacral disc herniation (posterior view)



Fig. 9. Lumbosacral disc herniation (anterior view).



Fig. 10. Cervical sprain (posterior view).



Fig. 11. Neuralgia of infrapatella nerve (anterior view).

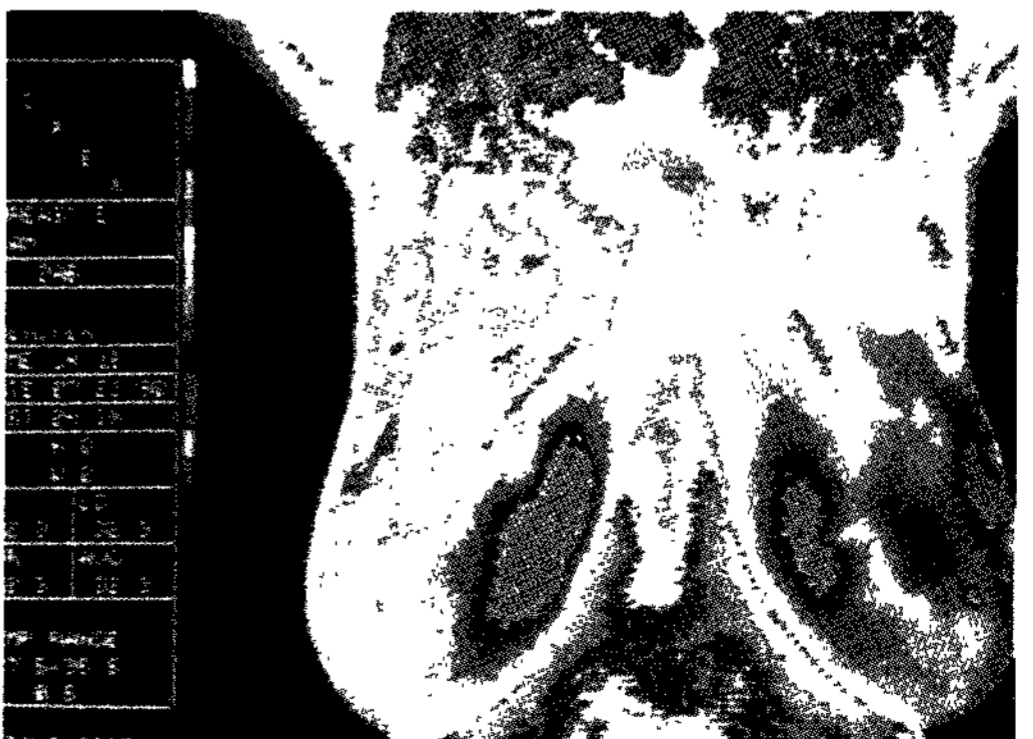


Fig. 12. Breast cancer on right.