

적외선 체열촬영을 이용한 통증 치료효과의 평가

건국대학교 의과대학 마취통증의학교실

김민정 · 이승윤 · 김성협 · 임정애
강포순 · 우남식 · 이에철

= Abstract =

Evaluation of the Therapeutic Effects in Pain Management Using Infrared Thermal Imaging

Min Jung Kim, M.D., Seung Yoon Lee, M.D., Seong Hyop Kim, M.D., Jeong Ae Lim, M.D.
Po Soon Kang, M.D., Nam Sik Woo, M.D., and Ye Chul Lee, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine,
Konkuk University, Seoul, Korea

Background: Infrared Thermal Imaging (ITI) is an effective tool for the diagnosis of disease and evaluation of the therapeutic effects following pain treatment. Patients who were treated for pain in pain clinic described the intensity of pain and the degree of change of their pain using a visual analogue scale (VAS). In this study, the usefulness of ITI following multimodal methods for pain management were compared with the change of VAS.

Methods: 1119 patients were evaluated. The patients were treated with stellate ganglion block, epidural block or trigger points injection. Before treatment, the temperature difference (ΔT) of the involved area and the corresponding area on the opposite side of the body was measured using ITI and VAS was assessed. After treatment, the temperature difference (ΔT) between the normal and involved areas, the change of ΔT (ΔdT), VAS and the change of VAS (ΔVAS) were measured. Statistic correlations between ΔdT and ΔVAS were calculated in all groups.

Results: Correlation of the ΔdT and ΔVAS was significant by contingency coefficient test. (SGB group, $C = 0.358$, Epi group, $C = 0.377$, TPI group, $C = 0.374$, $P < 0.05$)

Conclusions: ITI is a reliable tool for the assessment of therapeutic effects following multidimensional management of painful disease.

Key Words: Epidural block, Infrared thermal imaging, Stellate ganglion block, Trigger

서 론

인체 체표면에서 발산되는 열을 감지하는 적외선 체열촬영 검사(Infrared Thermal Imaging, ITI)는 비침습적으로 객관적인 영상자료를 제공하여 질환의 진단에 사용되고 있다.

높은 민감도, 비침습적인 점과 간단한 기구 조작 등의 장점이 있는 체열촬영은 척추 신경근 압박 증상의 진단이나, 척수조영술에는 나타나지 않는 하지로의 방산통을 호소하는 경우, 요추부위 근인대 손상, 척추의 염증이나 종양 등의 객관적 진단 및 평가 방법으로 사용된다. 진단 뿐 아니라 치료 후 평가에도 이용되고 있으며, 통증의 정량적 평가 및 근육상태, 추간관 탈출증, 말초신경 손상, 자율신경계 질환의 진단 및 치료효과의 평가를 위한 보조적 수단으로도 활용되고 있다.^{1,2)}

이에 본 연구에서는 통증치료실에서 자주 접하게 되는 질환을 대상으로 치료 후 주관적 통증호소지수인 visual analogue scale (VAS)과 적외선 체열촬영시의 체온의 변화를 비교 관찰하여 상관관계를 알아보고, 적외선 체열촬영의 신체 각 부위에 시행된 치료 방법의 효과를 평가하는 도구로서의 유용성을 관찰하였다.

대상 및 방법

1997년부터 2000년까지 본원 통증치료실로 내원했거나 의뢰된 환자들 중 치료 과정 중에 적외선 체열촬영기(Digital Infrared Thermographic Imaging, DO-REX, Inc, USA)로 경과를 관찰한 1119명의 환자를 대상으로 하였다. 환자는 치료 시 사용되는 차단 방법에 따라 세 군으로 나누어 평가하였다.

성상 신경절 차단법(stellate ganglion block, SGB)을 시행한 SGB군은 전체 환자 중 185명이었고, 경막 외 차단법(epidural block)으로 치료를 받은 Epi군은 주로 요통과 방사통을 호소한 환자 622명으로 이학적검사, 단순방사선촬영, 전산화 단층-척추강 조영술(CT-myelography)를 시행하여 진단하였으며, 압통점을 통증 유발점 주사(trigger points injection)로 치료를 받은 TPI군은 근막통 증후군으로 진단 받은 312명이었다.

컴퓨터 적외선 체열촬영은 외부로부터 빛과 열이 차단되고 습도가 낮으며, 실내 기류가 일정하고, 항온(21-24°C)을 유지하는, 창이 없고 외부와 차단된 밀폐된 검사실에서 컴퓨터 적외선 체열촬영기를 이용하여 실시하였다. 체열촬영 검사 전 환자에게 체열촬영 소견에 영향을 미칠 수 있는 약제나 물리치료, 물리적 자극, 목욕, 흡연 등을 24시간 전부터 중지하도록 하였으며, 외적인 요인을 배제하기 위해 전신 탈의 상태에서 약 20분간 대기하며 검사실 온도에 적응하도록 하였고 모든 체열촬영은 오전에 실시하였다.

환자들은 이학적 관찰을 마친 후 적외선 촬영을 실시하여 치료 전 기준으로 삼았으며 치료를 끝내는 시점에서 적외선 촬영을 시행하여 치료 후 수치를 얻었다. 치료가 장기화되는 환자에서는 치료 방법에 따라 성상 신경절 차단법은 3주 치료 후, 경막 외 치료법은 8주 치료 후, 통증 유발점 주사는 1주 치료 후에 적외선 촬영을 실시하여 치료 후 수치로 하였다.

체열촬영 시 환자의 통증 부위와 대칭되는 반대측의 온도를 측정하여 각각 비교하였는데, 대칭되는 반대측에 통증 유발점이 있는 경우는 근접한 정상부위의 온도를 측정하여 양측의 온도차(ΔT)가 0.6°C 이상인 경우를 이상이 있다고 하였고, 병변부 치료 후의 체열촬영으로 치료 전 체열과 치료 후 체열의 온도차(ΔdT)를 측정하여, 온도차이가 0.5°C 이상인 경우를 excellent, 온도차이가 0.3-0.4°C인 경우를 good, 온도차이가 0.1-0.2°C인 경우를 fair 그리고 온도차이가 없거나 증가한 경우를 poor라 하였다.

VAS의 측정은 환자가 통증 치료실을 방문하여 첫 문진 시 실시하였으며, 측정 방법은 0에서 10까지의 숫자를 제시한 후 통증이 없는 상태를 0, 상상할 수 있는 가장 심한 통증을 10이라고 설명하고 통증의 강도를 표시하도록 하였다. 치료 후 체열촬영 시에도 VAS를 측정하였고 치료 전 수치와의 차이를 Δ VAS라고 하였다. 치료효과는 excellent (VAS가 4점 이상 감소), good (2-3점 감소), fair (1점 감소), poor (변화가 없거나 또는 증가)로 분류하여 평가하였다.

성상 신경절 차단은 1% lidocaine 8-10 ml를 이용하였고, 차단의 적정성은 수 분내에 나타나는 Homer 증후군 증상으로 판단하였다. 치료는 2-3일에 한번 시행하였고, 적외선 체열촬영은 안면부와 상박부

Table 2. Visual Analogue Scale before Treatment

VAS	SGB (n)	Epi (n)	TPI (n)	Total (n)
10	10	19	26	55
9	21	28	41	90
8	33	62	80	175
7	28	72	82	182
6	17	63	73	153
5	6	36	26	68
4	1	16	16	33
3	0	0	0	0
2	0	0	0	0
1	0	0	0	0
0	0	0	0	0
Mean \pm SD	7.64 \pm 1.36	6.97 \pm 1.54	7.19 \pm 1.51	7.18 \pm 1.51

SGB: stellate ganglion block, Epi: epidural block, TPI: trigger points injection.

Table 3. Relations between VAS and Temperature Changes after Stellate Ganglion Block*

Δ VAS	Δ dT				
	Excellent (n)	Good (n)	Fair (n)	Poor (n)	Total (n)
Excellent (n)	18	15	8	4	45
Good (n)	12	12	8	4	36
Fair (n)	10	7	4	3	24
Poor (n)	1	3	1	6	11
Total (n)	41	37	21	17	116

Δ dT: preinjection-postinjection temperature ($^{\circ}$ C).
 Δ dT, Excellent: 0.5 or more degree decrease in temperature, Good: 0.3-0.4 degree decrease in temperature, Fair: 0.1-0.2 degree decrease in temperature, Poor: no difference or increase in temperature.
 Δ VAS: preinjection-postinjection VAS.
 Δ VAS, Excellent: 4 or more points decrease in VAS, Good: 2-3 points decrease in VAS, Fair: 1 point decrease in VAS, Poor: no difference or increase in VAS.
 *P < 0.05.

Table 4. Relations between VAS and Temperature Changes after Epidural Block*

Δ VAS	Δ dT				
	Excellent (n)	Good (n)	Fair (n)	Poor (n)	Total (n)
Excellent (n)	41	24	16	11	92
Good (n)	33	20	17	16	86
Fair (n)	15	18	19	23	75
Poor (n)	4	7	6	26	43
Total (n)	93	69	58	76	296

Δ dT: preinjection-postinjection temperature ($^{\circ}$ C).
 Δ dT, Excellent: 0.5 or more degree decrease in temperature, Good: 0.3-0.4 degree decrease in temperature, Fair: 0.1-0.2 degree decrease in temperature, Poor: no difference or increase in temperature.
 Δ VAS: preinjection-postinjection VAS.
 Δ VAS, Excellent: 4 or more points decrease in VAS, Good: 2-3 points decrease in VAS, Fair: 1 point decrease in VAS, Poor: no difference or increase in VAS.
 *P < 0.05.

Table 5. Relations between VAS and Temperature Changes after Trigger Points Injection*

Δ VAS	Δ dT				
	Excellent (n)	Good (n)	Fair (n)	Poor (n)	Total (n)
Excellent (n)	46	35	25	14	120
Good (n)	36	23	15	17	91
Fair (n)	14	27	22	20	83
Poor (n)	5	6	11	28	50
Total (n)	101	91	73	79	344

Δ dT: preinjection-postinjection temperature ($^{\circ}$ C).
 Δ dT, Excellent: 0.5 or more degree decrease in temperature, Good: 0.3-0.4 degree decrease in temperature, Fair: 0.1-0.2 degree decrease in temperature, Poor: no difference or increase in temperature.
 Δ VAS: preinjection-postinjection VAS.
 Δ VAS, Excellent: 4 or more points decrease in VAS, Good: 2-3 points decrease in VAS, Fair: 1 point decrease in VAS, Poor: no difference or increase in VAS.
 *P < 0.05.

llent는 92명, good이 86명이었다. 이는 $C = 0.377$ ($P < 0.05$)로 의의 있는 상관관계를 보였다(Table 4).

TPI군의 경우는 체열촬영 양성소견 574부위 중 추적 관찰이 가능했던 344부위를 대상으로 하였으며 ΔT 가 excellent는 101부위, good이 91부위, ΔVAS 가 excellent는 120부위, good이 91부위였다. 이는 $C = 0.374$ ($P < 0.05$)로 의의 있는 상관관계를 보였다(Table 5).

고 찰

현대 사회에서 환자는 병원에서의 많은 검사, 진단과 치료에 대해 더 이상 피동적 위치에 있지 않고 적극적으로 개입하려 한다. 이런 환자의 기대를 만족시키기 위하여 병원에서 행해지는 검사들은 환자에게 직접적으로 설명되어야 한다. 이런 점에서 적외선 체열촬영은 환자에게 영상을 직접 보여줌으로써 환자가 자신의 상태나 경과에 대한 이해도를 높일 수 있고, 편안하게 받아들일 수 있다는 장점이 있고, 전리 방사선을 사용하지 않음으로써 안전성에 대한 신뢰를 가지게 한다. 한편 현대의 컴퓨터 영상 기술의 발전으로 적외선 체열촬영의 범위가 근골격계로부터 신경계 질환, 혈관 질환으로 넓어지고, 피부 질환의 조기 진단과 예후 평가, 암의 진단 및 평가에까지 넓어져 그 효용성의 범위가 확대되고 있다.^{3,5)}

체온의 조절은 양측이 균등하게 영향을 받는다. 그러므로 체온의 대칭은 중요한 정상의 지표가 된다. 병태 생리적 변화가 있을 때 나타나는 양상은 양측이 대칭이면서 분절에 따라 온도차이가 나거나, 동일한 분절에서 비대칭적으로 나타나거나, 국소적으로 열점(hot spot)이나 냉점(cold spot)의 형태를 보이는 경우가 있다. 신경병성, 근근막성, 순환성 그리고 골격성 장애나 질병에서는 비대칭성을 보인다. 열점은 histamine이나 substance P의 분비, 교감신경의 손상이나 교감신경성 근긴장이상(dystonia), 교감신경을 억제하는 하강성 자율신경 경로의 활성화와 기계적 자극이나 복사(radiation) 또는 감염 등에 의해 형성되며, 냉점은 교감신경의 활성화, 말초 교감신경의 직접적 자극, 말초 혈관에서의 norepinephrine의 재흡수 장애와 발한 등에 의해 생길 수 있다. 또한, 피부의 온도는 자율신경계의 조절 하에 있는 피부 혈류량을 나타내는데, 신경근 또는 말초신경이

자극 받으면 교감 신경계에 의한 혈관 수축으로 피부온도의 하강을 가져오며 반면 심한 손상이나 완전 절단은 혈관 확장으로 피부온도 상승을 가져오게 된다.^{2,6)} 신경근 압박 시 병변 부위의 표재 신경 영역에서 피부의 온도는 비대칭적으로 나타나고 양측의 온도차(thermal difference, ΔT)가 나타난다. 즉, 후배부의 중심부에 국소적인 연관통(referred pain)에 의한 고온 부위가 나타나거나, 척추 신경의 전지를 따라서 병변 부위의 체온계(thermatome)에 혈관 수축으로 인한 저온부위가 있을 경우 신경근 병변으로 생각할 수 있다. 신경근 압박 및 자극으로 인한 요천추부 신경근 병변 시 하나 또는 그 이상의 하지 요천추부 신경근 피부분절에 비대칭적 체온감소와 동측 요천추부의 체온증가를 가져올 수는 있으나, 체온 변화 양상과 특징적 신경근 피부 분절과의 일치여부가 임상적으로 중요하다. 판독 시 양측의 불균형이 가장 중요하다고 하지만 양측 대칭성 병소의 경우 판독에 어려움이 있다. Uematsu 등은⁷⁾ 정상 성인의 좌, 우측의 각 부위 온도의 표준 평균 온도차를 측정하여 안면부는 $0.30 \pm 0.17^\circ\text{C}$, 흉부는 $0.20 \pm 0.19^\circ\text{C}$, 허리 $0.22 \pm 0.19^\circ\text{C}$, 전갑부는 $0.31 \pm 0.23^\circ\text{C}$, 수지부위는 $0.43 \pm 0.26^\circ\text{C}$, 하지는 $0.29 \pm 0.21^\circ\text{C}$, 족지 평균은 $0.59 \pm 0.27^\circ\text{C}$ 임을 보고하였다. 또한, 병소를 진단 내리기 위한 ΔT 의 기준으로 Weinstein 등은⁸⁾ $\Delta T > 1.5^\circ\text{C}$ 을 기준으로 삼았고, 조준 등은⁹⁾ $\Delta T > 0.7^\circ\text{C}$, 김종문 등은³⁾ $\Delta T > 0.6^\circ\text{C}$ 일 경우를 기준으로 하여 다양한 결과를 보고하고 있다. 본 논문은 이런 여러 가지의 기준 중 $\Delta T > 0.6^\circ\text{C}$ 를 질환이 있다는 기준으로 삼았다.

VAS도 환자의 통증에 대한 주관적 호소를 기준으로 통증을 평가하는 방법으로 VAS와 체열촬영을 이용하는 것은 주관적인 면과 객관적인 면의 조화를 이루어 통증 평가 방법으로 손쉽고 유익하게 사용될 수 있을 것이다.

SGB나 경막 외 차단 시, 교감신경 차단에 의한 혈류개선으로 체열촬영 상에 변화가 오는 기전과 달리 통증 유발점의 체열촬영은 치료 전에 진단을 위한 촬영과 치료 후 경과를 비교하기 위한 과정에서 세심한 관찰이 필요하다. 통증 유발점에 대하여 Travell은¹⁰⁾ 골격근과 근막, 건조직의 단단히 축지되는 띠(band)내에 과흥분성을 갖는 점으로서 국소적인 심부 압통을 나타낸다고 하였다. 압박하면 심한

압통 및 특징적인 연관통이 원거리까지 나타나는 특징을 가지는 반면, 압통점(tender point)의 경우는 연관통이 나타나지 않는다고 보고하였다. 또한 이러한 연관통은 일반적으로 신경학적 피부분절 분포양상을 따르지 않는다.^{11,12)} 통증 유발점은 대부분 근뿔대부의 중앙부에 위치하며 일반적으로 운동점과 일치하고 피부의 온도 상승은 지속적인 근수축으로 인해 감소된 혈류량에 비해 대사량이 증가되고, 증가된 산화대사에 비해 에너지 공급의 결핍 때문으로, 진단을 위해서는 세심한 병력청취 및 이학적 검사와 다른 질병을 배제할 수 있는 검사 방법이 같이 동반되어야 한다. 치료는 국소 병변을 파괴하여 순환을 좋게 하고 염증반응을 개선시키는 것이다.¹⁰⁾ 김종문 등에³⁾ 의한 연구에서는 lidocaine 및 생리식염수를 통증 유발점에 주사한 후 적외선 체열촬영을 이용하여 치료효과를 비교하였을 때 lidocaine 주사가 더욱 좋은 효과를 보였으며, 김상현 등은¹³⁾ 같은 방법으로 lidocaine과 dry needling의 효과를 비교하였는데 두 치료 방법의 효과는 비슷하다고 하였다. 본 연구에서 lidocaine을 이용하여 치료한 후 적외선 체열촬영을 하였다. 이규창 등은¹⁴⁾ 안면신경 마비 환자를 성상 신경 차단술로 치료하면서 그 경과를 체열촬영을 통하여 추적 조사하였고, 김영수 등은⁶⁾ 요추간관 탈출증 환자의 수술 후 평가를 위해서 체열촬영을 이용하여 화학적 수핵용해술, 후궁 절제술 및 추간관 제거술 후 환자의 만족도와 밀접한 상관관계를 가지고 있음을 조사하였으며, 조준 등은⁹⁾ 요추간관 탈출증 환자에서 추간관 제거술의 경우 임상적인 만족도와 통계적으로 높은 일치치를 보인다고 하였다.

치료 전에 정상부위와 환부에서의 온도차이를 보이던 환자들은 치료가 진행되면서 통증의 완화와 함께 그 온도차이가 줄어드는 것이 임상에서 관찰되었으며 이를 수치화 하려고 ΔT 와 VAS의 변화를 비교하였다. 여러 논문들이 증상이 있는 상황에서의 ΔT 를 분석하였으나 치료 전, 후의 ΔT 를 비교한 경우는 없었다. 본 연구에서 질환별로 치료 방법에 따른 ΔT 의 변화는 SGB군에서는 치료 전 환측에 체열이 감소되었던 것이 치료 후 상승하여 ΔT 가 유의 있는 차이를 나타내고 있으며, Epi군의 경우도 유사한 양상을 볼 수 있었다. 한편 TPI군은 치료 전 환부의 온도가 상승한 상태에서 치료 후 정상화되는데 ΔT 로는 동일하게 통계 처리되었다.

통증치료실에서 적외선 체열촬영법을 사용하여 ΔT 를 얻음으로서 치료 전과 치료 후의 통증의 개선 여부를 평가할 수 있다는 결과를 얻을 수 있었으나, 본 연구에서 대상 환자를 치료하는 과정 중에 진통제와 물리치료를 병용하였으므로 ΔT 와 ΔVAS 의 변화가 성상신경절 차단, 경막외 차단, 혹은 통증유발점 주사에 의한 것인지 진통제나 물리 치료에 의한 것인지는 구별할 수 없었다. 앞으로 차단만을 이용한 환자와 진통제나 물리요법을 병용한 환자간에 ΔT 의 변화 추이도 관찰해야 할 사항이라 사료된다.

결론적으로 SGB군, Epi군, 그리고 TPI군에서 모두 ΔT 와 ΔVAS 에서 유의 있는 상관관계를 볼 수 있었다. 적외선 체열촬영법은 통증의 개선 여부를 관찰할 수도 있는 진단적으로 유용한 방법으로 선택될 수 있으며 임상 적용의 확장이 기대된다.

참 고 문 헌

1. Friction JR, Awad E: Advances in pain research and therapy. New York, Raven Press. 1990, pp 107-27.
2. 김영수, 조용은, 오성훈: 요추간관 탈출증 환자에서 컴퓨터 적외선 전신 체열촬영의 의의. 대한신경외과학회지 1990; 19: 1303-13.
3. 김종문, 정순열: 적외선 체열촬영을 이용한 통증 유발점의 치료평가. 대한재활의학회지 1997; 21: 500-10.
4. 김종문: 적외선 체열촬영의 실제적 임상활용. 대한한의 진단학회지 2000; 4: 32-42.
5. Edeiken J, Shaber G: Thermography: a reevaluation. Skeletal Radiol 1986; 15: 545-8.
6. 김영수, 조용은: 요추간관 탈출증 환자에서 수술전후 컴퓨터 적외선 체열촬영 소견. 대한신경외과학회지 1993; 22: 71-82.
7. Uematsu S, Edwin DH, Jankel WR, Kozikowski J, Trattner M: Quantification of thermal asymmetry. Part I: Normal values and reproducibility. J Neurosurg 1988; 69: 552-5.
8. Weinstein SA, Weinstein G: Computerized electronic thermography in the evaluation of muscle pain. Acad Neuro-Muscular Thermog Clin Proc 1989; 1: 38-48.
9. 조준, 문창택, 나중환, 조병일, 장상근, 이에철: 요추간관 탈출증 환자의 컴퓨터 적외선 전신 체열촬영을 이용한 수술 후 평가. 대한신경외과학회지 1991; 20: 528-34.
10. Travell JG, Simons DG: Myofascial Pain and Dysfunction. The Trigger Point Manual. Baltimore, Williams & Wilkins. 1983, pp 1-44.
11. LeRoy PL, Filasky R: Thermography. The manage-

- ment of pain, 2nd ed. Edited by Bonica JJ. Philadelphia. Lea and Febiger. 1990, pp 610-6.
12. Swerdlow B, Dieter JN: An evaluation of the sensitivity and specificity of medical thermography for the documentation of myofascial trigger points. Pain 1992; 48: 205-13.
 13. 김상현, 정순열, 정진상: 적외선 체열촬영기를 이용한 통증 유발점의 lidocaine 주사와 dry needling의 치료 비교. 대한재활의학회지 1998; 22: 921-7.
 14. 이규창, 이진경, 우남식, 이예철: 안면신경 마비환자의 치료경과에 대한 computer Aided thermography를 이용한 관찰. 대한통증학회지 1991; 4: 47-50.