

표면근전도와 적외선체열촬영을 이용한 요통의 평가

전남대학교병원 산업의학과, 전남대학교병원 재활의학과¹⁾

이강진 · 최인성¹⁾ · 이소영¹⁾ · 한재영¹⁾ · 이삼규¹⁾ · 채홍재 · 이성관 · 문재동

— Abstract —

Low Back Pain Assessment Using Surface Electromyography and Digital Infrared Thermographic Imaging

Kang-Jin Lee, In-Sung Choi¹⁾, So-Young Lee¹⁾, Jae-Young Han¹⁾, Sam-Gyu Lee¹⁾,
Hong-Jae Chai, Seong-Kwan Lee, Jai-Dong Moon

Department of Occupational and Environmental Medicine, Chonnam National University Hospital
Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chonnam National University Hospital¹⁾

Objectives : We studied the efficacy of surface electromyography(SEMG) and digital infrared thermographic imaging(DITI) in the assessment of low back pain both(LBP) quantitatively and qualitatively.

Methods : We compared electromyographic signals from electrodes placed in the lumbar area and the digital thermographic images in 16 LBP patients and 16 control subjects. The LBP patients and the control subjects were matched for age, gender, and body mass index(BMI) to adjust for any confounding effects

Results : In the static analyses of SEMG, median value was 198.1 μ V for the LBP patients and 161.3 μ V for the controls on the right side, and they were 194.2 μ V and 180.5 μ V on left side respectively. There was a statistically significant difference between the two groups on the right side($p < 0.01$), but not on the left side.

In the dynamic analyses of the SEMG, the median values of the extension per flexion ratio of right side were 1.12 for LBP patients and 1.39 for controls, and those on the left side were 1.08 and 1.21 respectively. There were statistically significant differences in both sides($p < 0.05$).

The sensitivity and specificity were 100% and 81.3% in DITI, 78.6% and 72.2% in SEMG.

Conclusions : These results indicate that SEMG and DITI are useful methods for indirect assessments of LBP, and that DITI is more sensitive and specific than SEMG.

Key Words : Low back Pain, surface electromyography, digital infrared thermographic imaging, body mass index.

〈접수일 : 2001년 6월 23일, 채택일 : 2001년 8월 17일〉

교신저자 : 문 재 동 (Tel : 062-220-5308) E-mail : jdmoon@chollian.net

서 론

요통은 일반 인구집단의 60~90 %에서 일생에 한번 이상은 경험하며 한해 유병률이 30 %에 이르고 산업장에서 노동력 상실을 초래하는 가장 빈번한 요인으로 중대한 건강상의 문제이다(Kelsy 등, 1980; Frymoyer 등, 1988; Anderson 등, 1999). 실제로 미국에서 요통은 상기도 감염에 이어 두 번째로 의사를 많이 찾는 질환으로 조사되었다. 그리고 이에 따른 연간 의료비의 지출은 약 250만달러로 추정되고 있으나 요통에 따르는 장애와 작업의 손실을 포함 시킨다면 전체비용은 연간 500만 달러에 달할 것으로 추정하고 있다(Frymore 등, 1991; Cherkin 등, 1994).

요통의 정도를 측정하는 간접적인 방법으로는 관절가동범위측정, 감각 및 운동기능의 평가 등이 사용되고 있으나 현재까지 통증을 직접 측정할 수 있는 도구는 개발되어 있지 않다. 특히 통증의 성상이나 강도를 측정할 수 있는 도구를 개발할 필요가 있다. 전기생리학적 검사가 환자가 호소하는 통증과 좋은 상관관계를 보인다는 보고(Ambroz 등, 2000)는 새로운 가능성을 시사하고 있다.

표면근전도는 근육의 활동성과 기능을 분석하는 비침습적인 방법이다. 대상이 되는 근육을 덮고있는 피부에 전극을 부착하여 피부표면에서 근육의 활동전위의 합을 측정하는데 이러한 집합적인 활동전위는 근육의 수축에 의하여 발생한다. 요통의 인자 중 많은 부분이 근육의 긴장 증가에 관여하고 통증-근육경련-통증의 순환을 만들어 이러한 순환은 증상을 더욱 증가시키는 것으로 추정하고 있다(Cobb 등, 1975). 따라서 근육의 수축상태에 관련된 정보를 표면근전도를 이용하여 얻어냄으로서 요통에 관한 이해나 진단에 도움을 받을 수 있을 것이다.

표면근전도를 이용한 척추주위 근육의 활동성평가는 지금까지 상충되는 결과를 나타내고 있다. 그러나 연령이나 성별과 더불어 비만도가 근육의 활동전위를 측정하는데 많은 영향을 끼치는 가장 중요한 교란변수 중의 하나로서 이러한 교란변수를 통제할 수 있도록 설계된 연구에서 요통환자와 비요통환자 사이의 차이를 검출해낸 보고들이 표면근전도의 임상활용 가능성을 시사해주고 있다(Kravitz 등, 1981; Collins 등,

1982; Miller 등, 1985; Fuglevand 등, 1992).

피부의 온도는 신체내부온도와는 달리 일정하지 않고 내부의 생리적조건과 외부의 환경의 변화에 따라 계속적으로 변화한다. 피부온도의 변화는 혈관의 구조적 이상, 혈관운동조절의 이상, 염증성 매개체의 분비와 같은 국소 효과, 화상이나 피부궤양 등으로 인한 열전도의 변화, 그리고 조직의 열 생산 증가와 같은 인자의 영향에 의해 나타난다. 그러나 일정한 외부환경조건에서 피부표면온도는 많은 부분이 피부혈관의 분포와 혈관운동 조절상태의 반영이라고 볼 수 있다(Will 등, 1992). 요통환자에서 피부표면온도는 생리적 변화를 반영하게 되며, 이는 주로 요신경근 자극, 하지의 연관통, 요추간판의 이상에 의하여 교감신경 섬유를 매개로 일어나는 것으로 설명하고 있다.

본 연구에서는 짝짓기를 이용하여 나이, 성별, 비만도와 같은 교란요인의 영향을 배제하고, 정상 대조군과 비교하여 요통환자에서 나타나는 근육 활동성의 차이를 검증하며, 통증의 정도와 기저질환의 종류에 따른 근육활동성의 차이를 평가하여 진단도구로서 표면근전도와 적외선체열촬영의 타당성을 평가하고자 하였다

대상 및 방법

1. 대상집단의 선정

본 연구를 위하여 16명의 요통 환자와 16명의 대조군으로 구성된 32명의 대상자를 선정하였다.

1) 환자군 선정기준

- (1) 검사시점까지 요통을 호소하고 있을 것
- (2) Standard protocol에 의거 표면근전도검사를 시행한 검사자에 의하여 요통에 대한 임시적 평가가 이루어진 환자일 것
- (3) 이학적 검사에서 압통이나 관절가동범위 제한 또는 신경학적 검사에서 이상이 있을 것

2) 제외기준

- (1) 두부손상이나 뇌혈관질환 등과 같은 중추신경계 이상이 없을 것
- (2) 악성종양에 의한 요통이 아닐 것
- (5) 요추부위 피부에 혈관의 구조적 이상이 없을 것
- (6) 요추부위 피부에 화상, 화상으로 인한 흉터,

피부계양, 종양침습, 그 밖의 열전도에 영향을 미치는 병변이 없을 것

2) 대조군

대조군은 요통을 경험한 적이 없는 건강한 자원자로서 성별, 나이 ± 5 세, 체질량지수(body mass index, BMI)가 10 % 이내로 짝지을 수 있는 경우 환자군과 1:1로 구성하였다.

2. 요통의 평가

1) 요통의 진단

연구에 참가한 대상자들은 요통을 주소로 외래를 방문한 경우였다. 문진과 100 mm-visual analogue scale (VAS)을 조사하여 증상의 유무와 강도 평가를 실시하였고, 이학적 검사와 신경학적검사를 실시하였다. 문진 상 요통을 호소하는 환자 중 이학적 검사에서 압통이나 관절가동범위 제한 또는 신경학적 검사에서 이상이 있는 경우를 환자로 정의하였다. 환자들을 대상으로 요추부 단순촬영과 자기공명영상진단과 같은 방사선검사 그리고 신경전도검사를 통하여 기저질환 진단의 정확성을 확보하였다.

2) 통증의 정도 평가

요통환자를 증상이 심한 정도에 따라 경증과 중증 요통환자로 구분하기 위하여 검사전 VAS를 사용하여 점수화한 후 50 mm 미만을 경증환자군으로 50 mm 이상을 중증환자군으로 구분하였다.

3) 표면근전도검사방법

(1) 정적 표면근전도 : 4개의 전극을 양측 척추측방근육이 위치하는 부위의 피부에 부착하였다. 피검사자는 자연스럽게 이완시키고 선 자세에서 좌·우측의 L1에서 L5에 이르는 부위의 척추측방 부위에서 시행되었고 장골릉으로부터 축진을 통해서 추체간을 찾아내어 전극을 부착하였다. 피검자는 검사가 진행되는 동안 전방을 주시한 중립자세를 유지하도록 하였다. 또한 피부와 전극간의 접촉불량 때문에 잘못된 결과를 얻을 수 있으므로 양호한 접촉상태를 유지하는데 주의를 기울였다(Sella 등, 1995). 진폭의 측정은 1회 측정 시 얻은 연속된 파동에서 검사자가 가장 큰 파동을 선택하여 진폭을 측정하였다. 근육활동전위의 측정은 피검사자의 중립자세가 안정된

후 1분에서 3분 사이에 3번의 파형을 얻어 그 평균값을 결과로 이용하였다. 각 전극에서 얻은 전위 값의 평균을 대상자의 결과 값으로 이용하였다.

(2) 동적 표면근전도 : 피검자로 하여금 허리를 굴곡(full, natural back flexion)과 재신전(re-extension)을 실시하게 하였고, 3회의 측정치를 얻어 평균값을 결과로 이용하였다. 재신전시와 굴곡시 전위의 비를 최종 결과 값으로 이용하였다. 4개의 전극을 좌·우측의 L1에서 L5에 이르는 척추측방 부위에서 추체로부터 3 cm 간격을 두고 대칭 되게 전극을 부착하였고 접지전극은 좌측 어깨부위에 위치 시켰다.

(3) 장비 : 이 연구에서는 실제 임상에서 많이 사용되고 있는 Nicolet 사의 Viking 4P[®]을 사용하여 표면근전도검사를 실시하였다. 20~500 Hz 주파수 대역 여파기(bandpass filter)를 사용하였다. 주사범위(The range of scanning)는 0.08에서 200 μ V 사이로 하였다. 전극은 2 cm Ag/AgCl 전극을 이용하였고, 전극과 피부와의 접촉성을 향상시키기 위하여 면도기를 이용하여 전극부착부위의 모발을 제거하고 알콜로 닦아내었다. 정전기 효과를 줄이기 위하여 피검자가 위치하는 바닥에는 정전기방지 분무제(PBI MyoVision)를 사용하였다. 대상자들에 대한 임상적 평가로서 운동범위의 측정을 위하여 경사측정기(inclinometer)를 이용하였고 AMA에서 제시하는 영구장애 평가지침에 따랐다(AMA, 1993).

4) 적외선체열촬영

1) 검사방법 : 검사 실시 전 3시간이상 금식을 실시하였고 검사당일 아침부터 진통제, 운동, 흡연, 그리고 미용크림의 도포 등을 금하도록 하였다. 체열의 촬영은 전신 탈의 상태에서 요추부, 둔부, 하지의 앞·뒷면, 그리고 발바닥에서 양측의 온도차(ΔT)를 측정하여, 각 부위의 최대값을 각 개체의 대표하는 값으로 하였고 ΔT 의 최대값이 0.5 $^{\circ}$ C 이상인 경우를 이상자로 판정하였다.

2) 장비 : 적외선체열촬영은 외부로부터 빛과 열이 차단되고, 실내 기류가 일정하며, 실내온도가 19~21 $^{\circ}$ C로 그리고 실내습도는 50 %를 유지하도록 항온항습기가 작동하는 밀폐된 검사실에서 디지털 적외선 체열촬영기(Digital infrared thermal imaging; DITI[®], Dorex)를 이용하여 실시하였다.

3. 표면근전도의 변이성 평가

16명의 대조군중 8명은 수일 후 다시 방문하게 하여 첫 번째와 같은 검사 protocol을 사용하여 같은 검사자에 의하여 재검사를 시행하여 대상자내 변이성에 대한 분석을 실시하였다.

4. 자료의 분석

요통환자군과 정상 대조군은 위에서 설명한 방법으로 연령, 성별, 그리고 체질량지수와 같이 결과에 영향을 미치는 인자들에 대하여 짝짓기를 실시하여 두 군간의 표면 근전도 활동성을 차이를 검증하기 위하여 Mann-Whitney test를 시행하였다. 정적 표면 근전도의 경우 좌측과 우측의 값을 합하여 양군간의 차이를 비교해 보고 다시 좌·우측을 개별적으로 비교하였다. 동적 표면근전도의 분석은 좌·우 양측에서 굴곡시 진폭과 재신전시 진폭의 비를 구하고 양측의 평균값을 구하여 양군간의 차이를 비교하였다. 기저질환에 따른 차이와 통증의 정도에 따른 차이는 Kruskal-Wallis test를 실시하였다. 대상자내 변이성을 평가하기 위하여 대조군 중 8명에 대하여 같은

검사자가 동일한 protocol에 따라서 2회의 검사를 실시하여 Wilcoxon signed ranks test를 실시하였다.

검사의 타당도를 비교하기 위하여 동적표면근전도 검사결과 양측 굴곡과 재신전시 진폭비의 평균값을 구하여 ROC(receiver operating characteristic) 곡선을 이용 요통군과 정상군을 구분하는 값을 결정한 후 민감도와 특이도를 구하였고 적외선체열촬영은 ΔT 값을 구한 후 ROC 곡선을 이용하여 민감도와 특이도를 구하였다.

결 과

요통환자군 중 추간관질환이 12명이었고, 그 밖의 원인에 의한 요통환자가 4명이었다. 성별의 구성은 남성 10명과 여성 6명으로 구성되어 있으며, 나이의 중앙값은 38.5세이고 최소 20세에서 최고 67세까지 분포하고 있었다. 대조군은 나이의 중앙값은 37.5세이고 최저 22세에서 최고 68세까지 분포하였다(Table 1).

정적 표면근전도를 실시한 결과 측정된 전위의 중앙값은 대조군과 요통환자군에서 각각 172.3 μV 와 193.4 μV 로 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 좌측

Table 1. General characteristics of subjects

Characteristics	Controls(n=16)		LBP*(n=16)	
	Median	Range	Median	Range
Age(year)	37.5	22-68	38.5	20-67
BMI**(kg/m ²)	23.9	18.1-29.1	24.6	17.3-31.6
Sex				
Male		10		10
Female		6		6

*LBP, Low back pain; ** BMI, body mass index (weight in kg/height in m²)

Table 2. Comparison of static and dynamic SEMG activity between LBP subjects and controls

SEMG type		Control(n=16)		LBP**(n=16)		p-value
		Median	Range	Median	Range	
Static SEMG*(μV)	Total	172.3	102.8 -240.2	193.4	148.9 -368.9	0.001
	Right	161.3	102.0 -246.2	198.1	123.1 -342.5	<0.001
	Left	180.5	103.5 -234.3	194.2	146.8 -395.3	0.088
Dynamic SEMG	Total	1.38	0.64- 1.88	1.18	0.67- 1.53	0.043
	Right	1.34	0.71- 1.98	1.15	0.71- 1.67	0.061
	Left	1.34	0.57- 1.78	1.10	0.54- 1.45	0.094

*SEMG, surface electromyography; **LBP, low back pain

과 우측을 구분하여 비교하였을 때, 좌측은 측정된 전위의 중앙값이 대조군과 요통환자군에서 각각 180.5 μV 와 194.2 μV 로 통계적으로 유의한 차이가 있었으나 우측은 161.3 μV 와 198.1 μV 로 두 군간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 2).

동적 표면근전도 실시 결과 재신전시와 굴곡시 전위의 비는 대조군과 요통환자군에서 각각 1.38과 1.18로 두 군간에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 좌측과 우측을 구분하여 비교하였을 때, 우측은 재신전과 굴곡시 전위의 비가 대조군과 요통환자군에서 각각 1.34와 1.15 이었고 좌측은 1.34와 1.10로 양측 모두 대조군의 값이 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 2).

표면근전도 결과를 성별로 구분하여 보면 남자에서 정적 표면근전도를 실시한 결과 요통환자군에서 중앙값이 196.7 μV 였고, 대조군에서는 174.2 μV 로 통계적으로 유의한 차이가 있었으나 동적 표면근전도 결과 재신전시와 굴곡시 전위의 비는 요통환자군이 1.22 대조군은 1.37로 두 군간의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 여자의 경우 정적 표면근전도를 실시한 결과 요통환자군에서 평균 188.4 μV 였고 대조군에서는 155.3 μV 로 유의한 차이를 나타내었으나

동적 표면근전도 결과 재신전시와 굴곡시 전위의 비는 요통환자군이 0.97 대조군이 1.39로 두 군간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 3).

대상자들을 기저질환에 따라 구분하여 결과를 살펴 보면, 정적 표면근전도를 실시한 결과 추간판질환군과 기타 질환군에서 측정된 전위의 중앙값은 각각 191.0 μV 와 211.0 μV 로 대조군과 추간판질환군, 그리고 기타질환군간에 유의한 차이가 있었다 ($p=0.004$). 사후비교(post hoc comparison)에서는 대조군과 추간판질환군 그리고 대조군과 기타질환군 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 있었으나, 추간판질환군과 기타질환군간의 차이는 유의하지 않았다. 동적 표면근전도 결과 추간판질환군과 기타 질환군에서 재신전시와 굴곡시 전위의 비는 각각 1.18과 1.04로서 대조군을 포함한 세 군을 비교하였을 때 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 4).

Visual Analogue Scale을 이용하여 구분한 경증환자군과 중증환자군의 표면근전도결과는 중증환자군에서는 정적 표면근전도상 중앙값이 193.3 μV 였고, 동적 표면근전도 결과 재신전시와 굴곡시 전위의 비는 1.16이었으며, 경증환자군에서 정적 표면근전도 결과는 중앙값이 193.5 μV 였고, 동적 표면근전

Table 3. Comparison of static and dynamic SEMG activity between males and females

SEMG* type		Number (Pair)	Control		LBP**		p-value
			Median	Range	Median	Range	
Static	Male	10	174.2	124.5 -240.2	196.7	148.9 -368.9	0.043
SEMG (μV)	Female	6	155.3	102.8 -188.5	188.4	184.2 -217.8	0.015
Dynamic	Male	10	1.37	0.64- 1.88	1.22	0.67- 1.37	0.353
SEMG	Female	6	1.39	1.04- 1.66	0.97	0.71- 1.53	0.065

*SEMG, surface electromyography; **LBP, low back pain

Table 4. SEMG activity levels by underlying conditions

SEMG [†] type	Control (n=16)		Intervertebral disk disease(n=12)		Other disease (n=4)	
	Median	Range	Median	Range	Median	Range
Static						
SEMG (μV)	172.3	102.8 -240.2	191.0*	148.9 -368.9	211.0*	195.9 -287.2
Dynamic						
SEMG	1.38	0.64- 1.88	1.18	0.64- 1.88	1.04	0.79- 1.25

*Difference from control is statistically significant($p<0.05$).

[†]SEMG, surface electromyography

도 결과 재신전시와 굴곡시 전위의 비는 1.24로 대조군을 포함한 세 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 5).

대상자내 변이성의 분석결과 1회와 2회 검사치 간에 유의한 차이는 없었다(Table 6).

적외선체열촬영을 실시한 결과 요추부, 둔부, 하지의 앞·뒷면, 그리고 발바닥에서 측정된 ΔT 값의 최고치의 분포는 요통환자군에서 중앙값이 1.23 °C 였고 대조군에서는 0.44 °C로 두군간에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$). ΔT 값이 0.5 °C 이

상인 경우는 요통환자군에서는 16명, 대조군에서는 2명 이었다(Table 7).

동적 표면근전도 결과와 적외선체열촬영상 각부위의 ΔT 중 최대값을 대표값으로 하여 ROC 곡선의 면적을 구한 결과 표면근전도의 ROC곡선 면적은 0.711 그리고 95 % 신뢰구간이 0.521에서 0.901까지 였으며, 적외선체열촬영의 ROC곡선 면적은 0.930 그리고 95 % 신뢰구간이 0.810에서 1.049로서 0.5보다 유의하게 넓었다. 두 ROC곡선의 면적을 비교하였을 때 적외선체열촬영의 ROC 곡선 면적이 표면근전도보다

Table 5. SEMG activity levels according to pain levels

SEMG [†] type	Control (n=16)		Mild (n=5)		Severe (n=11)	
	Median	Range	Median	Range	Median	Range
Static SEMG(μ)	172.3	102.8 -240.2	193.5*	177.8 -204.1	193.3*	148.9 -368.9
Dynamic SEMG	1.38	0.64- 1.88	1.24	0.88- 1.36	1.16	0.67- 1.53

*Difference from control is statistically significant($p < 0.05$)

[†]SEMG, surface electromyography

Table 6. Evaluation of intrasubject variability on static and dynamic SEMG activity by test-retest procedure

SEMG* type	Number	First test		Second test	
		Median	Range	Median	Range
Static SEMG	8	153.2	124.5 -240.2	168.0	102.8 -199.0
Dynamic SEMG	8	1.40	0.88- 1.66	1.35	0.87- 1.63

*SEMG, surface electromyography

Table 7. Comparison of DITI results between LBP subjects and controls

DITI [†] result	Control(n=16)		LBP [†] (n=16)	
	Median	Range	Median	Range
Maximum ΔT (°C)	0.44	0-0.87	1.23*	0.76-3.82
Abnormal(%)	2(12.5 %)		16(100 %)	

* $p < 0.001$; [†]DITI, digital infrared thermographic imaging; [†]LBP, low back pain

Table 8. Comparison of ROC curves between SEMG and DITI.

Test	Area	p-value	95 % confidence interval	
			Lower bound	Upper bound
SEMG*	0.992	0.42	0.972	1.013
DITI**	0.711	<0.01	0.521	0.901

*SEMG, surface electromyography; **DITI, digital infrared thermographic imaging

통계적으로 유의하게 넓었다(Table 8, Fig. 1).

ROC 곡선 상에서 좌측 상단에 가장 근접한 점을 정상과 이상을 구분하는 기준점으로 삼았을 때 표면 근전도는 1.2557을 적외선체열촬영은 0.66 ℃를 기준 값으로 하여 전체 대상자를 다시 정상군과 이상군으로 재판정하고 두 검사법의 민감도와 특이도를 산출하였다. 동적 표면근전도검사의 민감도는 78.6 %였고 특이도는 72.2 %였고, 적외선체열촬영의 민감도는 100 %였고 특이도는 87 %였다(Table 9).

고 찰

요통은 추간판, 후관절, 주변의 지지조직, 천장관절, 요추주변근육과 근막, 대사요소, 사회심리적으로 등 다양한 요소에 의하여 유발되는 것으로 알려

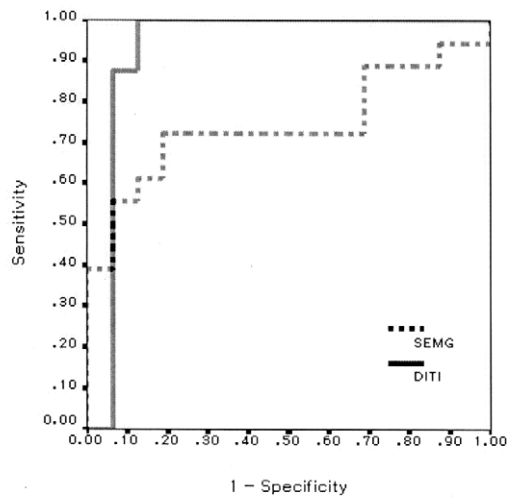


Fig. 1. ROC(receiver operating characteristic) curves of dynamic SEMG(surface electromyography) and DITI(digital infrared thermographic imaging).

져 있다. 그러나 정확한 요통의 발생원을 찾는 것은 과제이다(Mooney 등, 1996).

요통의 평가를 위하여 많은 설문지들이 이용되고 있으나 주관적인 측정도구들로서 개체간의 객관적인 비교에는 적합하지 않을 뿐 아니라 동통의 심리적기원에 기초를 두고 있는 경우가 많다.

요통의 진단에 많이 사용되고 있는 영상진단법들은 높은 위양성률이 문제가 되고있다. 50세의 연령군을 대상으로 조사한 결과 부검 상에서 대상자의 95 %에서 척추증이 관찰되었고 살아있는 동 연령군에 대한 X-ray 촬영 상 87 %가 퇴행성 변화를 나타내었다(Witt 등, 1984). 전산화단층촬영술(computerized tomography, CT)이나 척수조영술(myelography)과 마찬가지로 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)진단법 또한 높은 위양성률을 나타낼 뿐 아니라 비용이 많이 들고 침습적인 경우도 있다. 요통을 경험하지 못한 사람 중 척수조영술에서 24 %, 전산화단층촬영술에서 36 %, 자기공명영상진단법에서 30 %, 그리고 추간판조영술(discography)에서 37 %의 이상소견이 관찰되었다(Boden 등, 1990).

표면근전도를 이용한 척추주위 근육의 활동성평가는 지금까지 상충되는 결과를 나타내고 있다. 이처럼 대치되는 결과는 다른 임상학과 산업의학의 분야에서 요통을 평가하기 위한 표면근전도의 도입에 부정적인 영향을 미치고 있는데 이런 결과를 나타내게 된 원인에 대한 설명 중 한가지 요소는 표면근전도에 미치는 체지방의 영향을 고려하지 못한 점이다. 체지방의 두께에 따라 표면근전도 신호가 많게는 20 %까지 달라질 수 있으므로 교란요인으로서 체지방에 대한 통제는 중요한 문제이나 지금까지의 연구에서는 성별이나 연령에 대한 통제는 시도하였으나 비만에 대한 고려가 충분치 않았다(Kravitz 등, 1981; Collins 등, 1982; Collins 등, 1985; Miller 등, 1985;

Table 9. Comparison of validity between SEMG and DITI.

Test	Numbers of abnormal finding		Sensitivity	Specificity
	LBP [†]	Control		
SEMG*	13	5	78.6	72.2
DITI [†]	16	2	100	87.5
Total	16	16		

*SEMG, surface electromyography; [†]DITI, digital infrared thermographic imaging; [†]LBP, low back pain.

Fuglevand 등, 1992; Ambroz 등, 2000).

본 연구에서도 연령과 성별 그리고 비만도와 같은 교란요인의 영향을 짚기통하여 보정하였을 때 요통환자군과 정상 대조군 사이에 정적 및 동적 표면 근전도결과가 통계적으로 유의한 차이를 나타내어 교란변수의 영향을 배제한다면 요통환자군의 근육활동성 차이를 검출할 수 있다는 가능성을 더해주고 있다.

현재 임상이나 연구분야에서 많이 사용되고 있는 통증의 측정척도인 Visual analogue scale은 동일 개체에서 통증의 변화를 측정하기 위해 많이 이용되고 있으나 개체간에 통증을 정량적으로 비교할 때의 정확성은 논란의 여지가 많이 있다. 본 연구에서 통증의 정도에 따라 경증환자군과 중증환자군으로 구분하여 비교하였을 때 대조군과 요통환자군간에는 표면 근전도검사 결과에서 차이가 있었으나 경증환자군과 중증환자군 사이에 차이는 없었다. 이러한 결과는 VAS를 통증의 정량적 평가를 위한 척도로서 사용하는 것이 부적절함을 나타내주는 것으로 해석된다.

추간관질환 환자가 요부의 기타 근골격계질환 환자보다 기립자세에서 요추 측방근육의 긴장도가 높거나 같다고 보고가 있었으나 1991년에는 반대의 결과를 보고하였다(Arena 등, 1989; Arena 등, 1991). 본 연구에서는 대조군과 추간관질환군 그리고 대조군과 기타질환군 사이에 유의한 차이가 있었고 요추 부위의 기타 근골격계질환군에서 추간관질환군에 비하여 정적 표면근전도시 근육의 긴장도가 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 요추 측방근육의 활동성의 차이와 기저질환사이의 관계는 아직 확실하지 않으므로 결과의 해석에 있어서 신중을 기해야 할 것으로 판단된다.

피부표면온도는 30 °C 이하에서 피부의 혈류량에 따라 주로 변화되며, 피부의 혈류량은 자율신경섬유에 의한 혈관지름의 변화로 조절되고 있다(Frymore 등, 1991). 중추신경계의 이상이 피부혈관질환이 배제된 경우 피부온도변화는 지배하고있는 신경의 직접적인 이상 뿐 만 아니라 국소 조직의 이상에 따른 반응으로 교감신경섬유에 대한 자극이나 억제에 의해 초래된다. 과거에는 주로 신경질환의 진단에 도움을 얻기 위한 연구가 이루어 졌으나 수년 전부터 근육의 압통점과 그에 연관된 부위에서 피부표면온도의 변화를 검증해내는 시도(Ralph 등, 1992) 뿐만 아니라 전반적인 통증에 대하여 적외선체열촬영의 진단적 가

치를 찾으려는 시도가 이루어지고 있다.

표면근전도와 적외선체열촬영 결과를 이용하여 ROC곡선을 그려서 두 곡선을 비교하였을 때 적외선체열촬영의 ROC 곡선이 대부분의 영역에서 좌측 상단부에 근접해있었으며 곡선의 면적 또한 적외선체열촬영의 ROC 곡선이 유의하게 넓어서 민감도와 특이도 양측면에서 적외선체열촬영이 더 정확한 검사법으로 나타났다. 이러한 사실은 표면근전도가 요통의 정성적 진단에 도움을 주는 검사법이지만 개체에 대한 지단검사로서 임상에 적용하기 위해서는 좀 더 많은 연구가 있어야 할 것임을 시사하고 있다.

적외선체열촬영시 임상에서 일반적으로 0.4 °C ~0.7 °C의 온도차가 정상과 이상의 구분점으로 이용되고 있는데, 본 연구에서도 ROC 곡선을 이용하여 정상과 이상의 구분점을 구했을 때 0.66 °C를 얻을 수 있었다. 적외선체열촬영은 일반적으로 민감도가 높고 특이도는 낮은 검사법으로 알려져있다(Thomas 등, 1990). 본 연구에서도 정상과 이상의 구분점을 0.5 °C로 하였을 때 민감도는 100 %였고 특이도는 81.3 %로서 특이도가 상대적으로 낮은 편이었으나 구분점을 0.66 °C로 하였을 때는 민감도가 100 %였고 특이도는 87.5 %로서 특이도가 향상되었다.

이 연구의 제한점으로는 진단검사의 신뢰도나 타당도를 평가하기 위해서는 절대표준(gold standard)과 비교분석하는 것이 연구의 신뢰도를 확보할 수 있는 방법이나 현재까지 요통의 척도로서 신뢰도나 타당도가 인정된 도구가 보고되고 있지 못하기 때문에 일반적으로 확립된 도구를 절대표준의 대용으로 이용할 수 밖에 없었다. 따라서 통증의 중등도에 따른 표면근전도 결과비교 또한 객관성에 제한을 받고있다고 생각된다.

요 약

목 적 : 요통환자에서 요통의 유무와 강도를 평가하고자 표면근전도를 이용하여 근육 활동성의 차이를 검증하였고 적외선체열촬영을 이용하여 체표면 온도의 변화를 측정하였다.

방 법 : 요통환자군 16명과 대조군 16명에 대하여 요부에 부착한 표면근전극에서 얻은 근전도 신호와 적외선체열촬영 결과를 비교하였다. 교란요인의 영향을 배제하기 위하여 연령과 성별 그리고 비만도에

따라 정상 대조군과 요통환자군을 짝짓기하여 각각 16명씩 선정하였다.

결 과 : 정적표면근전도 실시 결과 우측의 경우 중앙값이 요통환자군에서 198.1 μV , 정상대조군에서는 161.3 μV 로 통계적으로 유의한 차이가 있었고 ($p < 0.01$), 좌측은 요통환자군에서 194.2 μV , 정상대조군에서 180.5 μV 로 유의한 차이는 없었다. 동적 표면근전도 실시 결과 재신전시와 굴곡시 근전위의 비가 우측의 경우 요통환자군에서 중앙값이 1.12였고 정상 대조군은 1.39로서 두 군간에 유의한 차이가 있었고 ($p = 0.027$), 좌측의 경우도 요통환자군에서는 1.08이었고 정상 대조군에서는 1.21로 유의한 차이가 있었다 ($p = 0.036$). 적외선체열촬영결과 ΔT 가 0.5 $^{\circ}C$ 이상의 차이가 있을 때 이상이 있는 것으로 정하면, 요통환자군에서는 16명 모두 이상자로 판정되었고, 정상 대조군에서는 16명중 3명이 이상자로 판정되어 민감도는 100 %, 특이도는 81.3 % 였다. 표면근전도를 이용한 요통의 진단은 민감도가 78.6 %이고 특이도가 72.2 %였으며, 적외선체열촬영은 민감도가 100 %였고 특이도가 87.5 %였다..

결 론 : 이러한 결과로 볼 때 표면근전도 검사법과 적외선체열촬영은 요통을 간접적으로 평가하는데 도움이 되는 검사법이며, 적외선체열촬영이 표면근전도 검사법에 비하여 보다 정확한 검사법으로 판단된다.

참고문헌

Ambroz C, Scott A, et al. Chronic low back pain assessment using surface electromyography. *J Occup Environ Med* 2000;42(6):660-9.

Anderson GB et al. Epidemiological features of chronic low back pain. *Lancet* 1999;354:581-85.

Boden SD, Davis DO, et al. Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg(Am)* 1990;72:403-408.

Cherkin DC, Deyo RA, Loeser JD, et al. An international comparison of back surgery rates. *Spine* 1994;19:1201-1206.

Cobb CR, Maj MC, Herbert A et al. Electrical activity in muscle pain. *Am J Phys Med* 1975; 54(2):80-87.

Cocchiarella L, Andersson GBH. *AMA Guides to the Evaluation of Permanent Fifth Edition*. Chicago: American Medical Association, 2000.

Collins GA, Cohen MJ, Naliboff BD, et al. Comparative analysis of paraspinal and frontalis EMG, heart rate and skin conductance in chronic low back pain patient and normals to various posture and stress. *Scand J Rehabil Med* 1982; 14:39-46.

Frymore JW, Cats-Baril Wl. An overview of the incidence and costs of low back pain. *Orthop Clin North Am* 1991;22:263-270.

Frymoyer JW. Medical progress. back pain and sciatica. *N Engl J Med* 1988; 318(5):291-300.

Fuglevand AJ, Winter DA, et al. Detection of motor unit action potentials with surface electrode: influence of electrode size and spacing. *Biol Cybern* 1992;67:143-153.

Kelsy JL, White AA. Epidemiology and impact of low-back pain. *Spine* 1980;5(2):133-142.

Kravitz E, Moore ME, Glaros A. Paralumbar muscle activity in chronic low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 1981;62:172-176.

Miller DJ. Comparison of electromyographic activity in the lumbar paraspinal muscle of subjects with and without chronic low back pain. *Phys Ther* 1985;65:1347-1354.

Mooney Vert, Jeffrey A. Saal, and Joel S. Saal, MD. *Evaluation and Treatment of Low Back Pain*, Clinical Symposia 1996, Volume 48, Number 4.

Ralph A, Kruse JR, et al. Thermographic imaging of myofacial trigger points: A follow-up study. *Arch Phys Med Rehabil* 1992;73:819-823.

Sella GE. *Neuro-Muscular Testing With Surface EMG*. Martins Ferry, OH: GENMED Publishing; 1995.

Thomas D, Cullum D, Siahamis G, Langlois S. Infrared thermographic imaging and magnetic resonance imaging, CT scan and myelography in low back pain. *Br J Rheumatol* 1990;29: 268-73.

Weiner RS, exec ed. *Pain Management: A Practical Guide for Clinicians*. 5th ed. Boca Raton, FL: St. Lucie Press; 1998: Ch 8.

Will RK, Ring EF, Clarke AK, Maddison PJ. Infrared thermography: what is its place in rheumatology in the 1990s. *Br J Rheumatol* 1992;31:337-344.

Witt I, Vestergaard A, Rosenklint A: A comparative analysis of x-ray findings of the lumbar spine inpatients with and without pain. *Spine* 1984;9:298-300.