

디지털 적외선 체열 검사를 사용한 하치조 신경 손상의 평가

이지연 · 이재훈 · 김철환

단국대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

Abstract (J. Kor. Oral Maxillofac. Surg. 2004;30:488-496)

ASSESSMENT OF INFERIOR ALVEOLAR NERVE DAMAGE USING DIGITAL INFRARED THERMOGRAPHIC IMAGING

Ji-Yeon Lee, Jae-Hoon Lee, Chul-Hwan Kim

Department of Oral & Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Dankook University

Oral & Maxillofacial surgery can lead to complications that result in abnormal sensation or movement. Inferior alveolar nerve(IAN) injury can result in dysesthesia, paresthsia of the lower lip and chin, so patients presenting with IAN damage suffer from sensory loss. But diagnosis of the nerve injury is largely limited to the subjective statements made by the patient.

Distribution of sympathetic nerves parallels the distribution of the somatosensory nerves. Loss of sensory tone causes a concomitant loss of sympathetic activity, resulting in vasodilation of the cutaneous blood vessels that demonstrates greater heat loss.

Digital infrared thermographic imaging(DITI) detects infra-red radiation given off by body. DITI can detect minute difference in temperature from different parts of the body and translates the amount of heat into quantitative data. The area of different temperature correlated with pain or disease can be visualized by corresponding color. The objective of this study was to determine the efficacy of DITI in objectively assessing IAN injury.

The 19 normal subjects and the 14 patients underwent DITI scan. The normal subjects received unilateral IAN block anesthesia with 2 ml of 2% lidocaine (IAN bolck group) to evaluate temporary alteration in nerve function. Patient group were patients with unilateral IAN damage (dysesthesia or paresthesia) after surgical treatment(Mn. 3rd molar Extraction, etc.). The surgical procedure performed within 6 months of test. The results were as follows.

1. No significant differences in temperature were found between left and right sides of the lower lip and chin in the control group.
2. Significant temperature differences were found between the anesthetized and non-anesthetized sides of the lower lip and chin in the IAN block group.
3. Significant temperature differences were found between the involved and uninvolved sides of the lower lip and chin areas of the experimental group.

The results of the study show that DITI can be an useful and effective means of objectively assessing and visualizing IAN damage.

Key words : Inferior Alveolar Nerve Damage, Digital Infrared Thermographic Imaging

I. 서 론

하치조 신경(inferior alveolar nerve)은 삼차신경의 세 번째 분지인 하악 분지의 말단 신경으로 감각신경만으로 이루어져 있으며 하순, 이부, 치아 및 치은에 분포하여 그 감각을 담당하게 된다.

하치조 신경의 손상은 제 3대구치 발거, 하악골 골절단술, 악골

의 골절 등으로 인해 발생되는데 손상 시 동측 하순과 이부 및 치아의 이상감각이나 무감각, 동통성 지각이상을 초래하게 된다¹⁾. 하순과 이부 및 치아의 감각은 외부의 자극을 받아들이고 적절히 조절하여 필요한 반응을 수행하는데 중요한 역할을 하며, 구강점막, 저작근 및 악관절의 감각과 함께 하악 반사를 조절하여 원활한 저작 운동을 수행하는 데에도 필수적이다²⁾. 따라서 하치조 신경의 손상 시에는 정상적인 감각의 소실뿐만 아니라 감각 손실에 기인한 기능의 장애, 나아가서는 환자의 정신심리적인 문제도 야기할 수 있다. 이러한 하치조 신경의 손상은 술자 및 환자 모두에게 고통을 안겨주는 심각한 합병증이지만 환자의 주관적 호소 이외에 어떤 객관적 증상을 잘 나타내지 않기 때문에 객관적 진단 및 예후 판정이 어려움이 많은 실정이다. 상당 기간이

이재훈

330-716, 충남 천안시 신부동
단국대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

Jae-Hoon Lee

Dept. of OMFS, College of Dentistry, Dankook Univ.
Cheonan City, Choongnam, 330-716, Korea
Tel : 82-41-550-1991 Fax : 82-41-551-8988

E mail : lee201@dankook.ac.kr

경과되어도 회복되지 않는 신경 손상의 경우 환자의 불편감이 크고 의료 분쟁의 소지도 있으므로 신경 손상이 인지된 경우 초기 단계부터 적극적으로 손상의 정도를 파악하고 시간에 따른 개선 여부를 관찰하여 필요한 경우 미세 신경 감압수술(decompression operation) 및 미세 신경 재문합 수술, 신경 이식술 등을 고려해야 한다.

디지털 적외선 체열 검사(digital infrared thermographic imaging; DITI)는 인체에서 자연적으로 발산되는 적외선을 측정하는 방법으로 질병이 존재시 나타나는 체열의 미세한 차이를 측정하여 그 분포를 양적인 데이터로 전환하여 천연색으로 영상화해 줄 수 있다. 따라서 기존의 해부학적 이상 유무를 보던 방사선 검사와는 달리 인체의 생리적, 기능적인 상태를 정량적으로 평가하고 객관화 시킬 수 있는 방법으로 인정받고 있다⁹⁾. 그러나 이에 대한 비판적 의견도 있어 첫째, 정상과 비정상의 기준이 모호하며, 둘째, 검사 결과에 영향을 줄 수 있는 외부 요인이 많고, 셋째, 검사 전 충분한 사전 준비를 하지 않으면 잘못된 결과를 얻을 수 있다는 점들이 지적되고 있다⁹⁾. 하지만 충분한 사전 준비와 환자에 대한 정확한 정보를 바탕으로 숙련된 검사자에 의해 검사가 이루어진다면 적외선 체열검사는 신경의 손상을 평가함에 있어 침습적이지 않고 인체에 해가 없으며 간편하고 저렴한 검사 수단으로서 만족할 만한 진단적 정확도를 얻을 수 있다고 생각된다.

이에 저자는 적외선 체열 검사를 사용하여 하치조 신경 손상의 객관적 진단에 도움을 주고자 본 연구를 시행하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구대상

(1) 정상군

신경 병변의 증거가 없는 20세 이상의 건강한 성인으로 성별 분포는 여자 3명, 남자 19명이었고 연령 분포는 최저 23세, 최고 34세 사이로 평균 26.1세 였다.

Table 1. Distribution of Patient Group According to Causes

Causes	No. of Patient
3rd Molar Extraction	7
Mn. Fracture	3
Cyst or Tumor	2
Implantation	1
Mandibular Osteotomy	1
Total	14

(2) 마취군

상기 19명의 정상군에게 편측(우측) 하치조 신경을 2% Lidocaine(염산 리도카인 36mg/ml, 광명제약주식회사) 2ml로 전 달마취를 시행하여 마취군으로 설정하였다.

(3) 환자군

2003년 단국대학교 구강악안면외과에서 발치 등의 수술 등을 시행 받은 후 편측 하순 및 이부의 지각 이상을 호소하는 환자로 성별 분포는 여자 8명, 남자 6명이었고 연령 분포는 최저 20세, 최고 50세로 평균 30.7세였으며, 수상 후 체열 검사 까지의 기간은 최저 4일, 최고 178일로 평균 54.6일이었다. 환자군의 손상 원 인별 분포는 다음과 같다(Table 1).

단 안면부의 외상 및 동통, 두통, 상악동 질환, 악관절 질환의 경력이 있거나 하순 및 이부에 반흔이 있는 자는 본 연구의 대상에서 제외하였다.

2. 연구 방법

(1) 적외선 체열 촬영 기계

적외선 체열 촬영 검사는 디지털 적외선 촬영기(Dorex Inc. West Collins, CA. U.S.A.)를 이용하여 시행하였다(Fig. 1).

(2) 적외선 체열 촬영을 위한 사전 준비

검사실은 무풍의 향온 유지가 되는 곳으로 하고 실내온도를 20-22°C로 유지하였으며 태양광을 비롯한 적외선원을 차폐하도록 하였다. 내원전 미리 피검자에게 화장을 금지시켰으며 최소한 24시간 이내에는 투약이나 처치를 시행하지 않도록 하고 장신구 및 보조기는 검사 30분전에 제거하였다. 피검자는 검사 당



Fig. 1. Thermography Equipment.
(Dorex Inc. West Collins, CA. U.S.A.)

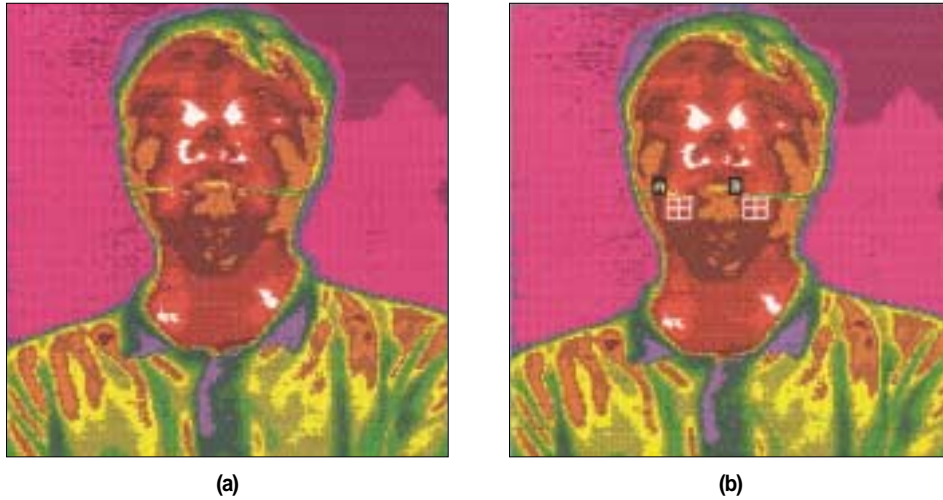


Fig. 2. DITI Scan on Normal Subject(a) and Thermal Measurement of Normal Subject(b).



Fig. 3. Unilateral IAN Block Anesthesia on Normal Subject.

일 금연과 금주를 하고 얼굴을 만지지 않은 채 의자에 15분간 편안한 자세로 앉게 하여 검사실 온도에 동화되도록 하였으며 검사의 결과에 영향을 미칠 수 있는 미세한 생리적 동요를 최소화 하도록 하였다.

(3) 적외선 체열 촬영

적외선 체열 촬영은 숙련된 치과의사에 의해 0.1°C 감도(sensitivity)로 시행되었다. 피검자는 양측 구치부에 설압자를 문 채 안면부가 영상 주사기(scanner unit)에서 수직적으로 1미터가 되는 곳에 위치되었다. 피검자에게 안정된 상태에서 전면을 응시하도록 한 후 컬러 비디오 모니터(color video monitor) 상의 격자(grid)에 피검자가 문 설압자가 수평이 되도록 한 후 전면 촬영(frontal projection)을 시행하였다.

1) 정상군

정상군에서 디지털 적외선 체열 검사를 시행하여 휴식시 정상치의 하순 및 이부의 좌(Ni)·우(Nr)측 평균 온도 및 그 차이(Thermal difference; ΔT)를 측정하였다(Fig. 2).

2) 마취군

정상군에게 편측(우측) 하치조 신경 전달마취를 한 뒤 50분이 경과한 후 다시 디지털 적외선 체열검사를 시행하여 비마취측(Al)과 마취측(Ar)의 온도 및 그 차이(ΔT)를 측정하였다(Fig. 3 & 4).

3) 환자군

환자군을 대상으로 하순 및 이부의 디지털 적외선 체열검사를 시행하여 정상측(Po) 및 손상측(Pi)의 온도 및 그 차이(ΔT)를 측정하였다(Fig. 5).

(4) 적외선 체열 촬영 사진의 판독

원하는 영상을 얻을 수 있도록 온도 필터링(Temperature filtering)을 한 후 Grid matching technique⁹⁾을 이용하여 해부학적으로 대칭이 되는 곳의 온도를 측정하였다(Fig. 6). 정상군에서는 임의의 부위를 측정하였고 마취군 및 환자군에서는 5회 반복 측정하여 온도의 차이가 가장 큰 부위를 채택하여 그 차이(ΔT)를 측정하였다.

(5) 통계 분석

각 실험군의 양측 온도차이 결과의 통계학적 유의성을 살펴보기 위해 Window용 통계프로그램인 SPSS 10.1을 이용하여 Student's t-test 및 Paired t-test 를 사용하였으며 신뢰구간은 95%로 하였다.

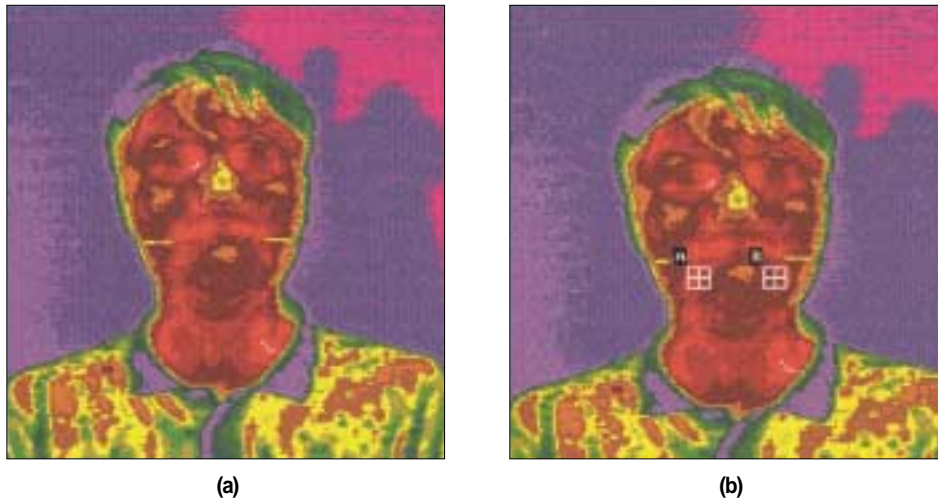


Fig. 4. DITI Scan on IAN Block Group(a) and Thermal Measurement of IAN Block Group(b).

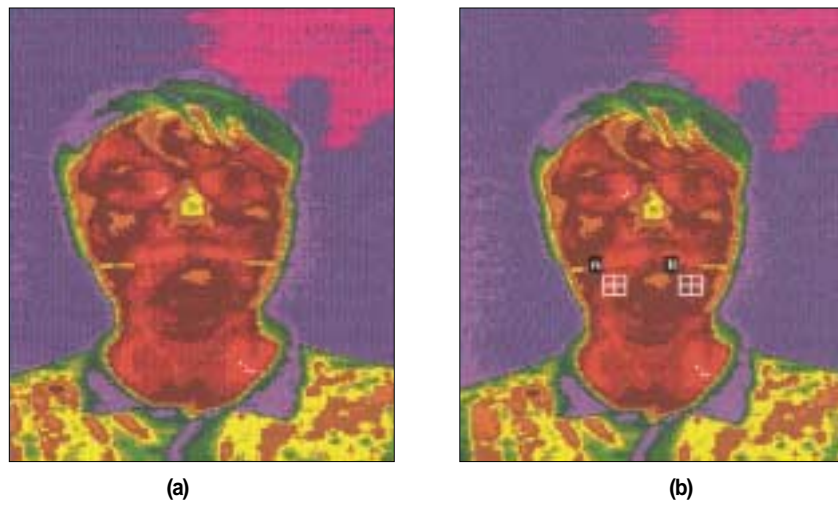


Fig. 5. DITI Scan on Patient Group(a) and Thermal Measurement of Patient Group.

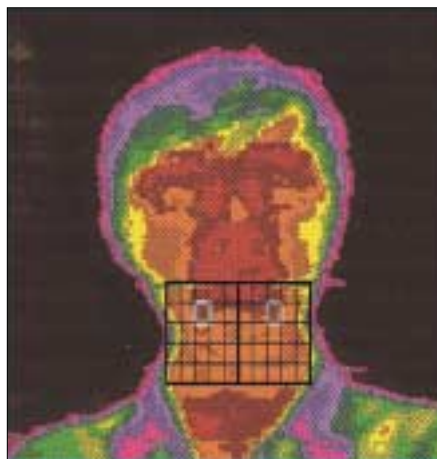


Fig. 6. Grid matching technique - mirrored comparison.

III. 연구 결과

1. 정상군

신경 병변의 증거가 없는 19명의 정상군의 적외선 체열 측정 결과 좌측(Nl)은 평균 30.71(±1.46)°C, 우측(Nr)은 평균 30.74(±1.43)°C로 측정되었고, 좌·우측간의 온도 차이(ΔT)는 평균 0.11(±0.10)°C를 보였다.

정상군의 하순 및 이부에서는 양측간에 통계학적으로 유의한 온도차를 보이지 않았으며(p<0.05), 양측 하순 및 이부의 높은 온도 대칭성을 관찰할 수 있었다(Table 2).

2. 마취군

높은 온도 대칭성을 보인 정상군에 편측(우측) 하치조 신경 전 달마취를 시행한 뒤 50분 후 측정된 마취군의 적외선 체열 측정 결과 비마취측(Ai)은 평균 30.13(±1.48)°C, 마취측(Ar)은 평균

30.35(±1.62)°C로 측정되었으며, 양측간의 온도 차이 ΔT는 평균 0.22(±0.27)°C를 보였다.

마취군의 하순 및 이부에서는 양측간에 통계학적으로 유의한 온도의 차이를 보여(p<0.01) 양측간의 낮은 수준의 온도 대칭성을 관찰할 수 있었다(Table 2).

3. 환자군

편측 하순 및 이부의 지각 이상을 호소하는 환자군의 적외선 체열 측정

결과 정상측(Po)은 평균 30.43(±1.72)°C, 손상측(Pi)은 평균 30.78 (±1.73)°C로 측정되었으며, 양측의 온도 차이 ΔT는 0.35(±0.16)°C를 보였다.

환자군의 하순 및 이부에서는 양측간에 통계학적으로 유의한 온도의 차이를 보여(p<0.001) 양측간의 낮은 수준의 온도 대칭성을 관찰할 수 있었다(Table 2).

정상군, 마취군, 환자군에서 보여진 ΔT의 분포는 Table 3, 4에

Table 2. Thermal Measurements and Thermal Differences(ΔT) of Normal Subjects, IAN Block Group, and Patient Group

Subject No.	Normal Subjects ¹⁾		IAN Block Group ²⁾		Patient Group ²⁾	
	Nl(°C)	Nr(°C)	Ai(°C)	Ar(°C)	Po(°C)	Pi(°C)
1	30.3	30.2	30.2	30.3	28.4	28.8
2	29.5	29.5	29.4	29.3	28.3	28.6
3	29.3	29.5	28.3	28.5	32	32.4
4	29.9	29.8	28.2	28.1	30.5	31.2
5	30.5	30.5	29.2	29.2	30	30.4
6	30.6	30.8	29.1	29.4	32.2	32.3
7	30.2	29.9	29.5	29.0	30.8	31.2
8	29.6	29.7	29.6	29.9	28.7	28.8
9	29.6	29.9	29.9	30.1	30.9	31.1
10	29.4	29.6	28.4	28.5	28.2	28.5
11	29.2	29.3	28.4	28.9	32.8	33.2
12	29.0	29.0	33.3	33.3	33	33.3
13	33.3	33.3	31.8	32.5	31.2	31.6
14	32.4	32.3	31.3	31.7	29.8	30.3
15	33.1	33.1	32.2	32.5	-	-
16	32.1	32.3	31.7	32.2	-	-
17	32.6	32.5	31.8	32.2	-	-
18	32.5	32.6	31.7	31.9	-	-
19	30.3	30.3	32.6	32.9	-	-
Mean±(SD)	30.71 (±1.46)	30.74 (±1.43)	30.13 (±1.48)	30.35 (±1.62)	30.43 (±1.72)	30.78 (±1.73)
ΔT	0.11 (±0.10)		0.22 (±0.27)		0.35 (±0.16)	
Sig.	0.98		0.002**		0.000***	

(Unit : °C, Level of significance : *p<0.05 ; **p<0.01 ; ***p<0.001)

- 1) Statistical significance using Student's t test
- 2) Statistical significance using Paired-t test

Table 3. Distribution of Thermographic ΔT values(in $^{\circ}\text{C}$) of Normal Subjects, IAN Block Group, and Patient Group

ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	-0.5	-0.1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	Total
Normal Subjects	0	0	6	7	4	2	0	0	0	0	19
IAN Block Group	1	2	1	2	3	4	3	2	0	1	19
Patient Group	0	0	0	2	1	3	6	1	0	1	14

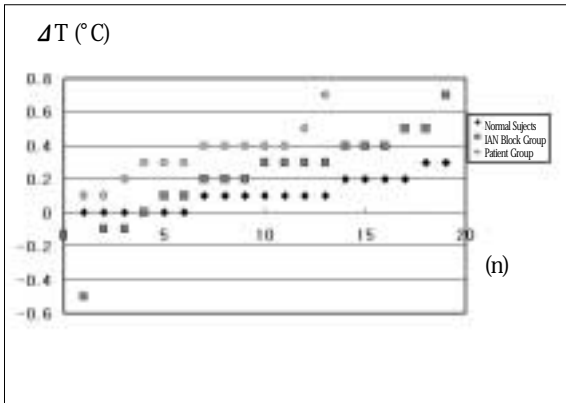


Table 4. Distribution of Thermographic ΔT values(in $^{\circ}\text{C}$) of Normal Subjects, IAN Block Group, and Patient Group

나타나 있다. 19명의 정상군의 좌·우측 간의 온도차는 0.0°C 에서 0.3°C 사이에 분포하였으며 그 중 온도 차가 0.0°C 에서 0.2°C 사이에 분포한 사람은 17명(89%)이었다. 마취군 및 환자군에서 좌·우측 간의 온도차는 -0.5°C 에서 0.7°C 사이에 분포하였으며 그 중 온도차가 0.3°C 이상인 사람은 마취군에서는 19명 중 10명(53%)이었고, 환자군에서는 14명 중 11명(79%)이었다.

IV. 총괄 및 고찰

삼차신경은 가장 큰 뇌신경으로 안신경(optthalmic nerve), 상악 신경(maxillary nerve), 하악 신경(mandibular nerve)의 세 분지를 가진다. 그중 하치조 신경은 가장 큰 분지인 하악 신경의 말단 분지이다. 하치조 신경은 하악공으로 들어가 하악관을 따라가면서 하악 치아 및 협측 치은에 분포 하며 전방으로 주행하다가 제2소구치 치근 하방의 이공을 통하여 나오게 된다. 이신경(mental nerve)은 하치조 신경의 말단에서 다시 이지(mental branch), 하순지(inferior labial branch), 절치지(incisive branch)로 나뉘어 이부, 하순 및 치아에 분포하여 그 감각을 담당하게 된다⁸⁾.

하치조 신경의 손상은 구강악안면외과 영역에서 발생하는, 매우 드물지만 심각한 합병증 중의 하나이다. 신경 손상은 외상이나 질병 및 그에 대한 수술의 결과로 나타날 수 있으며, 제3대구치 발치나 임플란트 식립, 악교정 수술시의 하악골 절단술, 근관 치료, 하악공 전달 마취 등 의원성으로도 발생할 수 있다. Eduard 등⁹⁾은 1117명의 발치 환자 중 1.3%가 감각이상을 보이고, 그 중 25%가 영구적인 손상을 보였음을 보고하였고, Hua Z. Song 등¹⁰⁾은

하악지 시상 분할 절단술 후 78%의 환자에서 일시적인 감각이상을, 14%에서 영구적인 감각 저하를 보인다고 하고 있어 하치조 신경의 손상은 그 빈도나 정도가 매우 다양함을 알 수 있다. 하치조 신경의 손상이 있을 경우에는 동측 하순과 이부 및 치아의 이상 감각이나 무감각 혹은 동통성 지각이상을 초래하게 되는데¹⁾, 이는 정상적인 감각의 소실뿐만 아니라 감각 손실에 기인한 기능의 장애, 나아가서는 정신심리적인 문제도 야기할 수 있다. 환자들이 겪는 불편감에 대하여 Campell 등¹¹⁾은 영구적 지각 이상을 가지는 환자들의 많은 경우(43%~71%)에서 신경 재건술을 고려할 정도로 고통스러워 한다고 보고한 바 있다. 이러한 하치조 신경의 손상은 술자 및 환자 모두에게 고통을 안겨주는 심각한 합병증이지만 환자의 주관적 호소 이외에 어떤 객관적 증상을 잘 나타내지 않기 때문에 객관적 진단이 어려워 단순한 가병으로 간주되거나 별다른 조치 없이 방치되어 적절한 치료 시기를 놓치게 되는 경우가 많다.

신경의 회복 과정 및 회복 정도는 신경 손상의 양태에 의하여 결정되는 것으로 보고되고 있다. 1943년 Seddon¹²⁾은 해부학적인 연속성에 의거한 손상 정도, 손상에 따른 임상 양상, 신경생리학적 전도율, 회복 기간 및 정도 등에 따라 말초신경의 손상을 3단계로 분류한 바 있고, 1951년 Sunderland¹³⁾은 손상 받은 조직의 양과 손상 받은 후 건전한 조직의 양에 따라 Seddon의 분류를 5단계로 세분화한 바 있다. Seddon의 연구에 따르면 신경의 손상은 축삭과 신경의말의 연속성은 유지되어 수시간에서 수주 내에 특별한 처치 없이도 자발적으로 회복되는 신경실행증(neuropraxia)으로부터 축삭과 수초가 완전히 단절되어 연속성을 상실, 원위 신경 전도가 완전히 차단되어 외과적 문합술 및 신경 이식술이 개재되지 않는다면 영구적인 기능 장애를 초래하는 신경단열증(neurotmesis)까지 그 정도 및 그에 따른 처치 방법이 매우 다양하다. 또한 1990년 김¹⁴⁾은 신경 손상이 의심되면 가장 빠른 시기에 기초자료의 지각 반응 검사를 시행해야 하며, 시간의 경과에 따른 지각회복의 여부나 정도를 평가하는 일은 보존적인 물리치료의 효과나 외과적 처치의 적응 및 결과를 판단하여 예후를 예측하는 데 매우 중요하다고 하였다. 따라서 신경 손상이 인지된 경우에는 초기 단계부터 적극적으로 손상의 유무 및 그 정도를 파악하고 시간에 따른 개선 여부를 관찰하여 필요한 처치를 수행하는 일이 매우 중요하다고 할 수 있겠다.

하치조 신경의 손상의 진단 방법에는 여러 가지가 있다. 임상적으로 가장 널리 쓰여 오고 있는 방법은 이학적 지각 검사법(clinical neurosensory test)로 정지성 경촉감 인지자극(static light touch), 방향 식별도(brush directional stroke), 두점 식별능(two point discrimination), 유해 자극 인지도(pinprick test), 냉온 식별능

(temperature discrimination) 등이 있으나¹³⁾ 조사자의 숙련도에 민감하기 때문에 신뢰도가 떨어져 표준화를 통한 조사자간의 비교가 어려우며, 환자의 주관적인 반응에 의존하기 때문에 신경 장애의 원인이 기질적 신경 손상 때문인지, 심리적 요인 혹은 가병(malingering) 인지에 대한 객관적 근거를 마련하기 어려운 단점이 있어 보다 객관적이고 정량적인 평가 방법이 요구된다¹⁴⁾.

최근에는 통증 의학 및 신경 생리학의 발전으로 체성 감각 유발 전위(somatosensory evoked potentials) 및 이순목 반사(mentoblink reflex)가 신경 손상의 접근법으로 연구되고 있어, 보다 객관적이고 정량적인 평가가 가능하게 되었다. 체성 감각 유발 전위는 구심성 말초 신경 섬유를 생리적 혹은 전기적으로 자극했을 때 그 반응으로 생성되는 전위의 잠시(latency) 및 지연 정도, 전도 속도를 관찰하는 검사 방법으로서¹⁵⁾ 체성 감각 전도로의 병변 유무 및 그 정도를 반영하는 검사이다. 이 검사는 말초 감각신경 전도 검사에서 반응이 보이지 않는 정도의 심한 신경 손상에서도 신경이 연결되어 있으면 미세한 반응을 관찰할 수 있는 예민한 검사 방법으로 신경 문합술 등의 결과를 측정하는데 있어서 말초 감각신경 전도검사에 비해 훨씬 예민하지만 경도의 축삭 손상에 대해서는 정상 반응을 보이는 단점도 있다¹⁶⁾. 이순목반사는 양측 이신경(mental nerve)를 전기적으로 자극하여 양측 안륜근의 수축반응을 관찰하는 것으로 구심성 신경인 삼차신경과 원심성 신경인 안면신경의 주행로에 병변이 있을 경우 유효한 검사 방법이다¹⁷⁾. 하치조 신경 자극시의 잠시는 정상인에서는 일치된 결과를 보이거나 외상으로 인해 하치조 신경이 손상받은 경우에는 이상소견을 보이게 되므로 그 손상 유무 및 그 정도를 알아 보는데 유용하지만 반복적인 자극에 허성 적응이 일어나고 신경 재생이 일어난 만성기에는 정상 반응을 보일 수 있다^{18,19)}.

항온동물은 혈관의 확장 및 수축을 통해 피부 하방의 혈행을 조절함으로써 일정한 체온을 유지한다. 생체의 정상 체온은 건강함을 의미하며, 고체온은 질병과 깊은 연관성을 보인다²⁰⁾. 따라서 인체의 열 발산은 개인의 잠재적인 건강 혹은 질병의 상태를 나타내주는 생리적인 지침이 될 수 있고²¹⁾, 자연스럽게 체열학은 인류 문명의 시작과 그 발달을 같이 할 수 있었다. Hippocrates는 오른손을 사용하여 환자의 체온을 측정하였다고 하며²²⁾, 환자의 몸에 진흙을 얇게 도포한 후 빨리 건조되는 곳에 질환이 있음을 추측하였다고 한다⁴⁾. 그 후 1592년 Galileo가 공기 온도계(Galileo's thermoscope)를 만든 이후 점진적인 발전이 이루어지다가 1872년 Wunderlich가 의학용 체온계를 소개하며 임상적 진단 과정에 체온을 도입하였으며 현재에는 모든 병원에서 모든 환자의 체온을 측정하는 것이 일상적으로 받아들여지고 있다²³⁾.

적외선 체열 촬영은 피부 하방 혈행에 의해 인체에서 자연적으로 발산되는 적외선을 영상화하는 것이다. 적외선은 1800년 William Herschel에 의해 발견되었는데 40여년이 지난 후에는 John Herschel이 적외선을 영상 처리하는 방법을 연구하여 체열 촬영(Thermograph)라 명명하였다²⁴⁾. 일찍이 1931년 Hardy²⁵⁾는 인체에서 발산되는 적외선의 생리적인 역할과 잠정적인 진단적 가치를 기술한 바 있지만, 초기에는 그 정확도와 정밀도 그리고 방법 자체의 불편감 때문에 임상적으로 이용하기에 부족한 점이

많았다. 그러나 최근 컴퓨터의 발달로 인체의 각 부분에서 방출되는 체열의 미세한 차이를 측정할 수 있게 되었고, 이를 천연색 영상화 하여주므로 체열의 변화 양상을 쉽게 표현하여 주는 디지털 적외선 체열 촬영이 개발되었다. 이를 사용하여 혈관성 병변이나 신경성 병변 등 질병 부위의 체표면의 혈류 변화를 야기하는 질환의 진단이 가능해졌다.

체표면의 절대온도는 외부의 온도에 따라 변화할 뿐 아니라 시간 및 부위에 따라서도 차이가 있으며, 성별 및 나이에 따라서도 차이가 있으므로²⁶⁾, 특정 부위의 절대적 온도를 검사일 별로 종적 비교하는 것보다는 검사 당일 촬영된 영상의 좌, 우측 온도차 및 체열 분포 양상을 비교하는 것이 의미가 있다⁴⁾. 신체의 온도 항상성과 체표 온도의 증추적 조절은 시상 하부의 체온 조절 중추에 의한 피드백 기전(Feedback mechanisms)에 의해 유지되는데 체온 조절 체계는 해부학적으로, 생리학적으로 대칭을 이루므로²⁵⁾ 인체의 양측에 동시에, 균등하게 영향을 미치고 체열은 대칭성을 보인다. 적외선 체열 촬영의 가장 중요한 이론적 배경은 정상 성인의 체열 분포 양상이 항상 좌, 우 대칭적이라는 것이며 미국의 학협회에서도 양측 체열 분포의 대칭성을 적외선 체열 촬영의 대칭성을 적외선 체열 촬영 영상 판독의 기본으로 하고 있다⁴⁾. 1988년 Uematsu²⁵⁾는 인체의 좌우 온도 차이는 0.3°C 이내라고 발표하였으며 1995년 Gratt 등²⁶⁾은 정상인의 안면을 해부학적으로 25부위로 나누어 체열 검사를 시행, 좌 우의 온도 차이가 0.1°C 이내임을 보고하였다. 본 연구에서도 정상군의 적외선 촬영 결과 좌측은 평균 30.71(±1.46)°C, 우측은 평균 30.74(±1.43)°C, 양측의 차이는 평균 0.11(±0.10)°C를 보여 통계학적으로 양측간의 유의한 온도차를 관찰 할 수 없었으며(p<0.05), 하순 및 이부에서의 높은 온도 대칭성을 관찰 할 수 있었다. 이러한 인체의 온도 대칭성을 감안할 때 온도의 대칭성은 정상의 지표가 되며 반면에 온도의 비대칭성은 비정상을 강력히 암시한다. 따라서 촬영된 영상의 좌, 우 온도차를 비교하는 것은 신체의 이상을 진단하는데 있어 의미를 가질 수 있으며 적외선 체열 촬영은 피부의 온도에 영향을 미칠 수 있는 염증, 혈관성 질환, 신경병변 등의 진단 지침으로 활용되고 있고 정신적 신체 질환의 진단이나 교감 신경 차단 효과의 관찰하는 중재적 감시기로 발전되어 왔다²⁷⁾. 그러나 이 검사에는 좌·우의 온도차가 중요한 진단적 지표가 되므로 양측성 시상 분할 절단술 후 양측성으로 지각 이상이 발생한 경우 등 양측성으로 신경 병변이 존재하는 경우에는 비교 가능한 정상지침이 존재하지 않으므로 이 검사가 이용될 수 없다는 단점이 있다.

Gratt 등^{21,28)}에 의하면 감각신경의 손상이 적외선 체열 검사로 감지될 수 있는 이론적 근거는 교감신경의 분포가 체성 감각신경의 분포와 근접하게 일치한다는 데에 있다. 체온은 혈관 운동을 관장하는 교감신경 작용의 결과로서 말초신경 기능의 장애를 반영하는 것으로 알려져 있다. 따라서 국소적 손상으로 인한 감각신경의 활성저하는 같은 부위의 교감 신경의 활성 저하와 동시에 일어나며 피하 혈관의 확장을 일으키게 된다. 혈관의 확장은 체온의 소실을 야기하여 체온 소실의 증가로 인해 고체온증을 유발하게 된다. 이러한 온도 변화의 정확한 기전이 완전히 밝

혀지지는 않았지만 체열 촬영은 임상적으로 비정상 소견을 확인하는데 유용한 것으로 여겨진다.

비정상 소견의 온도차에 대한 여러 가지 견해가 있는데 Wexler 등²⁹⁾은 접촉형 체열 촬영(Contact thermography)을 이용하여 양측의 온도의 차이가 1°C 이상인 경우를 비정상이라 하였고 Goodmann 등³⁰⁾은 온도의 차이가 0.62°C 이상일 때 의미가 있다고 하였으며 Uematsu 등²⁵⁾은 온도의 차이가 0.3°C 이상일 경우라도 의미가 있다고 하였다. 편측 하치조 신경 전달 마취는 해당 부위에 가역적 말초신경 기능 장애를 일으켜 안면의 체온 변화를 유도 할 수 있으며 본 연구에서도 마취군의 적외선 체열 촬영 결과 비마취측은 평균 30.13(±1.48)°C, 마취한 측은 평균 30.35(±1.62)°C, 양측의 온도차는 평균 0.22°(±0.27)°C를 보임으로서 비마취측보다 마취한 측의 온도가 높음을 관찰 할 수 있었다(p<0.01). 온도의 차이는 Uematsu 등²⁵⁾이 행한 기존의 연구들의 결과로 주장된 비정상의 기준인 0.3°C 이하로 측정되었지만, 통계적으로 유의했고 Gratt 등²⁶⁾이 정상인의 안면의 좌 우의 온도 차이가 0.1°C 이내라고 한 것을 감안할 때 본 실험의 결과는 의미가 있다고 할 수 있겠다. 환자군의 적외선 체열 측정 결과도 정상측은 평균 30.43(±1.72)°C, 손상측은 평균 30.78(±1.73)°C, 양측의 온도차는 평균 0.35(±0.16)°C를 보여 하순 및 이부의 유의한 온도차를 관찰할 수 있었는데(p<0.001), 이 역시 Gratt 등²⁶⁾의 연구결과와 일치한다.

1992년 이³¹⁾ 및 1994년 조 등³²⁾은 신경병성 질환(neuropathic disorder)의 경우 일반적으로 급성기에는 과온증 형태(hyperthermic pattern)를 보이고, 만성기에는 저온증 형태(hypothermic pattern)를 보인다고 하였다. 본 연구에서는 환자군의 손상측이 정상측보다 고체온증을 보인데 반해 김 등³³⁾은 30명의 하치조 신경 손상 환자를 대상으로 같은 실험을 시행하여 손상측이 저체온증을 보임을 보고하였는데 이러한 결과는 본 실험이 손상으로부터 검사일 까지의 기간 54.6일의 급성기의 환자를 대상으로 하였고 김 등³³⁾은 약 17개월로 손상으로부터 검사일 까지의 기간이 긴 환자를 대상으로 했기 때문으로 여겨진다. 따라서 하치조 신경 손상의 급성기에는 고체온증을, 만성기에는 저체온 증을 나타낼 것임을 유추할 수 있었으며 이는 신경의 손상시에는 혈관운동 조절(vasomotor control)의 상실로 혈관의 열 발산이 증가하게 되어 체열의 증가가 일어나지만, 시간의 경과에 따라 교감 신경의 과활성화를 수반하는 신경의 부분적인 재생이 일어나기 때문에 열 발산이 감소하기 때문으로 사료된다. 그러므로 급성기의 환자를 지속적으로 관찰하여 정상으로 회복된 경우 및 영구 손상으로 이행되는 경우를 각각 추적 조사한다면 신경 손상시 회복 정도에 따른 체열 변화 양태에 있어 더욱 의미 있는 결과를 얻을 수 있을 것으로 여겨진다. 또한 본 연구는 신경 손상의 정도와 적외선 체열촬영 소견과의 상관관계는 밝혀내지 못했는데, 김 등³³⁾은 정지성 경축감 인지 자극 이외의 이학적 지각 검사는 적외선 체열 검사의 결과와 아무런 관계가 없었다고 보고한 바 있다. 이 부분에 대해서는 체성 감각 유발 전위 및 이순목 반사 등 객관적인 검사와의 비교 연구를 통한 추가적 연구가 시행되어야 할 것으로 사료된다. 이미 통증 의학이나 재활 의학 분야에서는 신경

손상시의 통증이나 마비의 진단 및 치료의 평가에 적외선 체열 촬영 검사를 널리 이용하고 있는 바 좀 더 많은 연구가 이루어진다면 신경 손상이 인지되는 경우 손상의 유무는 물론 경과에 따른 예후 예측, 외과적 문합술 등의 수술 적응증의 판정, 수술의 경과 평가 등에 매우 유용하리라 기대된다.

V. 결 론

하치조 신경의 손상시 그 객관적 평가에 도움을 주고자 신경 병변의 증거가 없는 정상군 및 그 정상군의 편측 하치조 신경에 전달마취를 시행한 마취군, 구강악안면외과 영역의 대?소 수술 후 하순 및 이부의 지각 이상을 경험한 환자군을 대상으로 디지털 적외선 체열 검사를 시행하여 양측 하순 및 이부의 온도를 비교 분석한 결과 다음의 결과를 얻었다.

1. 정상군의 하순 및 이부에서는 양측간의 유의한 온도차가 관찰되어 정상인의 하순 및 이부는 높은 온도 대칭성을 보임을 알 수 있었다.
2. 편측 하치조 신경 전달 마취를 시행했을 때 마취측과 비마취측의 하순 및 이부에 유의한 온도차가 관찰되어 가역적인 신경 손상이 존재할 경우 일시적인 온도 비대칭성을 보임을 알 수 있었다.
3. 환자군의 하순 및 이부에서는 정상측과 손상측의 유의한 온도차를 보여 신경의 손상시 정상인에게 관찰되는 온도 대칭성이 상실됨을 알 수 있었다.

이상의 결과로 미루어 볼 때 디지털 적외선 체열검사는 하치조 신경 손상시 이를 객관적으로 가시화 시켜줄 수 있는 유용한 검사 방법임을 알 수 있었다. 따라서 하치조 신경 손상시 적외선 체열 검사를 사용한다면 그 진단과 예후 평가, 치료에 많은 도움을 줄 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Robert L, Ronald G, Stephen W, et al.: Assessment of recovery from injury to inferior alveolar and mental nerves. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1987;64:519-526.
2. 이종훈, 김종수: 구강 생리학, 서울:군자 출판사, 1994.
3. 권오진 유근식, 이양균: Trigger point에 대한 컴퓨터 적외선 전신촬영법의 임상적 의의에 대한 고찰. 대한재활의학회지 1991;15:527-33.
4. 김종문: 적외선 체열 촬영의 실제적 임상 활용. 대한한의진단학회지 2000;4(1):31-42.
5. Gratt BM, Shetty V, Pullinger A, Sickels EA, et al: Electronic thermography of normal facial structures: A pilot study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1989;68:346-351.
6. 김명국: 머리 및 목 해부학, 4판 서울:치의학사, 1995.
7. Eduard VC, Leonardo BA, Cosme GEI: Inferior alveolar nerve damage after lower third molar surgical extraction: A prospective study of 1117 surgical extractions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 2001; 92:377-383.
8. Hua Z, Song J, Liu Y, et al: Nerve injury and neurosensory recovery following bilateral mandibular sagittal split osteotomy. Zhonghua Zheng Xing Wai Ke Za Zhi 2002;18(5):291-3.
9. Campell RL, Shamaskin RG, Harkins SW: Assessment of recovery from injury to inferior alveolar nerve and mental nerves. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1987;64:510-26.

10. Seddon HJ: Three type of nerve injury. Brain 1943;66:237.
11. Sunderland S: A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. Brain 1951;74:491.
12. 김명래: 하악 구치부 수술 후 하순지각마비의 진단적 평가와 치료. 대한치과의사협회지 1990;28(12):1013-1019.
13. Ghali GE, Epker BN: Clinical neurosensory testing: Practical applications. J Oral Maxillofac Surg 1989;47:1074-1078.
14. Shetty V, Barton MG, Virginia F: Thermographic assessment of reversible inferior alveolar nerve deficit. J of Orofacial Pain 1994;8(4):375-82.
15. Jones DL, Thrash WJ: Electrophysiological assessment of human inferior nerve function. J Oral Maxillofac Surg 1992;50:581-585.
16. 정현주, 김명래: 하치조신경 손상시 턱끝신경 체성감각유발전위검사의 진단적 유용성에 관한 연구. 대구외지 2001;27(3):250-57.
17. 김혜원, 강세윤, 고영진 등: 건강한 한국인의 턱끝신경 자극에 의한 안륜근 반사. J of Korean Acad of Rehab 1996;20(4):898-903.
18. Jaaskelainen S: Blink reflex with stimulation of the mental nerve. Methodology, reference values, and some clinical vignettes. Acta Neurol Scand 1995;91:477-82.
19. Jaaskelainen S: Clinical application of blink reflex with stimulation of the mental nerve in lesion of the inferior alveolar nerve. Neurology 1994;44:2356-2361.
20. Anbar M, Gratt BM, Hong D: Thermology and facial telethermography. Part I: history and technical review. Dentomaxillofacial Radiology Mar 1998;27(2):61-67.
21. Anbar M, Gratt BM: Thermology and facial telethermography. Part II: Current and future clinical applications in dentistry. Dentomaxillofacial Radiology Mar 1998;27(2):68-74.
22. Kirsch KA: Physiology of skin-temperature. Applied Thermology: Thermologic Methods. 1985;pp1-9.
23. Hardy JD: The radiation of heat from the human body. J Clinical Invest 1936;15:1-8.
24. Uematsu S: Thermographic imaging of cutaneous sensory segment in patient with peripheral injury. J Neurosurg 1985;62:716-720.
25. Uematsu S, Edwin DH, Jankel WR, et al: Quantification of thermal asymmetry. Part I: normal values and reproducibility. J Neurosurg 1988;69:552-555.
26. Gratt BM, Sickles EA: Electronic facial thermography: an analysis of asymptomatic adult subjects. J Orofac Pain Summer 1995;9(3):255-65.
27. 박영주, 우남식, 이에철: 체열촬영술을 이용한 정상신경절 차단외의 평가. 대한통증학회지 1994;7(2):259-262.
28. Gratt BM, Shetty V, Saier M, et al: Electronic Thermography for the assessment of inferior alveolar deficit. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. Aug 1995;80(2):153-60.
29. Pochaczewsky R, Wexler CE, Meyers PH, et al: Liquid crystal thermography of the spine and extremities. Its value in the diagnosis of spinal root syndromes. J Neurosurg Mar 1982;56(3):386-95.
30. Goodmann: Normal temperature asymmetry of the back and extremities by computer assisted infrared imaging. Thermology 1986;1:195-202.
31. 이에철: 통증 치료실에서의 D.I.T.I.의 응용. 대한통증학회지 1992; 5(2):199-205.
32. 조희경, 박찬희, 이준규 등: 체열 촬영술(Thermovision 782)을 이용한 통증의 진단과 치료. 대한통증학회지 1994;7(1):53-58.
33. 김혜원, 김명래: 하치조 신경손상에 따른 하순 및 이부의 지각 이상 시 적외선 체열검사(DITI)의 진단적 효용. 대구외지 2002;28:53-60.