

근피로 회복 및 근통증 완화를 위한 미약 자기장 자극에 대한 체열변화 분석

김수병* · 이나라* · 이승욱* · 이경중* · 이용흠**

Digital Infrared Thermographic Imaging(DITI) analysis by micro-magnetic stimulation for muscle fatigue recovery and muscle pain control

Soo-Byung Kim* · Na-Ra Lee* · Seung-Wook Lee* · Kyong-Joung Lee* · Yong-Heum Lee**

이 논문은 지식경제부 차세대신기술개발사업의 연구비를 지원받았음

요 약

본 연구에서는 미약 자기장 자극이 근피로 회복 및 근통증 완화를 확인하기 위하여 적외선 체열 영상진단검사법을 이용하여 체표면 온도변화를 측정하였다. 피험자(n=96)에 대하여 등척성 운동으로 근피로를 유발시킨 후 무자극 그룹(n=32)과 저주파 자극 그룹(n=32) 그리고 자기장 자극 그룹(n=32)의 3일 동안 체표면 온도변화와 저주파, 자기장 자극 그룹의 자극 전/직후의 체표면 온도변화를 측정하였다. 그 결과, 운동 직후 $0.86 \pm 0.43^\circ\text{C}$ (n=96)의 좌/우측 온도차이가 발생하였으며, 저주파 자극 직후에는 $0.78 \pm 0.12^\circ\text{C}$, 자기장 자극 직후에는 $0.1 \pm 0.39^\circ\text{C}$ 의 좌/우측 온도차를 확인하였다. 또한 3일 이후 무자극 시 $0.3 \pm 0.14^\circ\text{C}$, 저주파 자극 시 $0.05 \pm 0.21^\circ\text{C}$, 자기장 자극 시 $0.03 \pm 0.21^\circ\text{C}$ 의 좌/우측 온도차이를 확인하였다. 이에 자기장 자극의 좌/우측 체표면 온도차이가 가장 낮은 것을 확인하였으며 근피로 회복 및 근통증 완화에 효과가 있음을 확인하였다.

ABSTRACT

In this study, change of body surface temperature was measured using Digital Infrared Thermographic Imaging(DITI) to check muscle fatigue recovery & muscle pain control by magnetic stimulations. For clinical trials, subjects were divided into 3 groups : non stimulation group(NSG), electrical stimulation group(ESG) and micro magnetic stimulation group(MSG). In result, temperature differences between left and right arm surfaces were measured as much as $0.86 \pm 0.43^\circ\text{C}$ (n=96) after the exercise, $0.78 \pm 0.12^\circ\text{C}$ after the electrical stimulation and $0.1 \pm 0.39^\circ\text{C}$ after the micro magnetic stimulation. Also after 3days, temperature differences between left and right arm surfaces were measured as much as $0.3 \pm 0.14^\circ\text{C}$ in the NSG, $0.05 \pm 0.21^\circ\text{C}$ in the ESG and $0.03 \pm 0.21^\circ\text{C}$ in the MSG. These data showed that the lowest temperature difference between left/right body surface was measured in MSG.

키워드

근골격계, 통증, 근피로회복, 체열변화분석(DITI), 자기장자극

Key word

musculoskeletal, pain, muscle fatigue, Digital Infrared Thermographic Imaging(DITI), magnetic stimulation

* 연세대학교

접수일자 : 2010. 02. 26

** 연세대학교 (교신저자, koaim@yonsei.ac.kr)

심사완료일자 : 2010. 03. 26

I. 서 론

근육계 이상 질환으로 인한 통증을 호소하는 현대인들이 많아짐에 따라 다양한 통증 완화 방식이 제시되어 왔으며, 비침습적 방법으로 TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation), SSP(Silver Spike Points), 침습적 방법으로는 NEES(Needle Eletrode Electrical Stimulation), MENS(Microcurrent Electrical Nerve Stimulation) 등의 전기 자극방식을 이용한 치료방식이 폭넓게 사용되고 있다[1][2][3][4].

최근에는 자기장 자극이 통증 및 다양한 질환치료에 효과가 있다는 연구가 발표되면서, 자기장침 시스템을 이용하여 자극했을 시 수기 침자극과 유사한 용량성 생체 전위가 측정되었고, 수기자극과 유사한 생체반응을 유도하였다[5]. 시변 펄스형의 자기장 자극은 신경조직 및 근력조직을 자극하고 그에 따른 개선효과가 있음을 규명되었다[6][7]. 또한 죽상동맥경화증 등 다양한 혈관 병증의 혈류정체 현상에 대하여 혈류속도를 증가시킴에 따라 치료효과가 인정되었다[8][9][10].

기존의 전기 자극방식에 대한 효과를 근전도(EMG) 신호의 주파수영역에서 천이정도에 따라 근상태 및 근피로 회복력을 평가하였다. 그러나 전기 자극 방식과 EMG 신호의 분석뿐만 아니라, 신경계와 혈액순환계를 자극하여 개선하는 자극원 선정과 그에 따른 다양한 치료효과 검증이 필요하다. 대부분의 근골격계 질환은 근통증 및 신경과 혈관 장애를 동반한다. 통증 유발점은 운동 과부하와 근피로뿐만 아니라 직접적인 외상이나 내장질환, 관절염으로 인하여 통증을 유발하며, EMG 신호만으로 판별하기 어렵기 때문에 신경 및 혈관의 상태를 확인하고자 적외선 체열 영상 진단검사법을 사용하였다.

적외선 체열 영상진단검사법으로 측정한 피부의 온도분포는 체표면 아래 세포조직내 혈관 및 신경에 대한 정보를 나타내며, 혈류는 체표면 온도조절의 중요한 역할을 한다[11][12][13]. 적외선 체열 영상진단검사법은 척추 신경근 압박 증상 및 하지로의 방산통을 호소하는 경우 등의 객관적 진단 및 평가방법으로 사용되며, 치료 후 평가에도 이용되고 있다. 또한 근육의 상태 및 통증 또는 말초신경과 자율신경계 손상의 진단 및 치료효과를 평가하기 위한 보조적 수단으로도 활용되-

고 있다[14].

따라서 본 논문에서는 근피로에 대한 EMG 신호분석이 아닌 적외선 체열 영상진단검사법(Digital Infrared Thermographic Imaging)에 의한 미약자기장 자극방식이 근피로 회복에 적용할 수 있음을 확인하고자 한다.

II. 연구방법

2.1 실험대상자

신뢰성이 있는 임상실험결과를 도출하기 위하여 상완이두박근 부위의 근골격계 및 특정 질환이 없는 일반 대학생 남(24±3세) 96명을 대상으로 하였다. 이때 피험자 96명은 2주 직전까지 특별한 운동을 하지 않도록 지도하였다.

피험자 96명 중, 무작위로 32명은 무자극(대조군1)으로 배정하였으며, 각 32명씩 저주파치료기 대상자(대조군2)와 비침습 집중 자계형 자기장침 대상자(실험군)로 배정하였다.

2.2 실험 부위 선정

저주파, 자기장 자극원에 대한 자극부위를 좌측 상완이두박근의 trigger point와 수소음심경(HT)에 속한 청영혈(HT2)이 해부학적 위치가 일치함에 따라 자극 점으로 선정하였다. 이때 근피로에 대한 체표면 온도 변화 측정 및 분석을 위하여 청영혈(HT2)주위의 가로 5cm, 세로 10cm의 직사각형에 포함된 신체부위만 분석하였다.

2.3 자극원 및 측정 장치

자기장 자극원에 대한 대조군으로 사용한 저주파치료기는 (주)Dream Power에서 제작한 치료기기를 사용하였으며, 동작전압은 ±50V이며 근육의 이완과 만성통증에 탁월한 효과가 있음이 기존 연구에 의해 검증된 100Hz로 선정하였다. 비침습 집중 자계형 전자기장침 시스템은 저주파의 자극전압이 교번형식인 것을 감안하여 N/S자극으로 선택하였으며, 자극빈도를 최대로 하기 위하여 6Hz로 선정하였다. 이에 저주파 치료기기의 자극 패드를 청영혈(HT2)을 중심으로 부착하여 15분 동안 자극하였다. 자기장 자극의 경우 제작된 전자석 전극 중 직

경 25mm의 전극을 이용하여 50.94mT의 자속밀도로 청영혈(HT2)만을 동일 시간동안 자극하였다. 근피로에 따른 trigger point 혹은 청영혈(HT2)의 경결상태에 의한 체표면 온도변화와 각 자극에 대한 근피로 회복에 따른 좌/우측 체표면 온도차이를 측정 및 분석하기 위하여 온도측정범위 -40°C 이상 500°C 이하, 온도분해능 0.08°C 이상 3°C 이하인 ThermoVision A40M(FLIR System, Sweden)을 사용하였다.

2.4 실험방법

근수축 및 근피로로 인한 근통증을 유발시키기 위하여 5Kg야령으로 피험자가 최대로 베틸 수 있는 한도까지(평균 15분) 등척성 운동을 하였다. 좌측 팔에 등척성 운동을 최대로 실시함으로써, 운동부하에 따른 통증 및 혈관 운동 장애의 수준을 높였다. 등척성 운동을 통하여 상완이두박근의 근피로를 유발한 후, 아무런 자극을 가지 않는 무자극 그룹(대조군1)과 패드를 이용하여 넓은 경피를 전체적으로 자극하는 저주파 자극 그룹(대조군2), 수소음심경(HT)에 속한 청영혈(HT2)의 국소적 부위만을 자극한 자기장 자극 그룹(실험군)의 체표면 온도변화를 적외선 체열 영상진단검사법을 통하여 측정하였다.

촬영 시 실내는 항온 23°C를 유지하였으며 적외선 체열 영상진단검사법을 이용하여 근피로가 유발된 좌측 부위와 대칭되는 우측의 체표면 온도를 측정하였다. 모든 피험자는 실험전 20분간 실내온도에 적응하도록 한 후 운동 전/후에 따른 상완이두박근의 좌/우측 체표면 온도를 측정하였다. 또한 자극원에 대한 근피로 회복에 미치는 영향을 관찰하고자 3일 동안의 체표면 온도변화 추이를 측정하였다. 무자극(대조군1)일 시 3일 동안 아무런 자극을 인가하지 않았으며, 두 자극 그룹(대조군2, 실험군)의 모든 피험자에게 운동 후 해당된 자극을 15분 가해주었으며, 24시간 이후 체표면 온도를 측정 후 다시 자극하는 방식을 3일 동안 반복하였다.

2.5 분석방법

피험자마다 비대칭 체표면 온도차이를 분석하기 위하여, |좌측-우측 체표면 온도|를 계산하였다. 이때 적외선 체열 촬영 판독 시 좌/우측 체표면 온도차이에 대한 기준은 저자에 따라 다양하게 보고되었는데, 0.5°C 이상 [15], 0.6°C 이상 [16], 0.62°C 이상 [17], 0.7°C 이상 [18], 1.

0°C 이상 [19]일 때 의미 있다고 다양하게 보고하였다. 심각한 근골격계 및 내장의 질환이나 외상이 존재하는 환자를 대상으로 한 것이 아니라, 운동 과부하로 인한 일시적인 근피로의 발생을 통하여 통증을 유발하였기 때문에 비대칭적인 체표면 온도차이의 기준을 0.5°C 이상이 적합하다고 판단하였다. 측정된 체표면 온도에 대한 신뢰성을 높이기 위해서 SPSS(PASW 17.0)을 이용한 t-test 검증법을 통하여, P값 0.05를 유의수준으로 하는 유의확률을 계산하였으며, 평균(Mean), 표준편차(SD)를 계산하였다.

III. 실험 결과

3.1 운동 전/직후 체표면 온도변화 분석 (n=96)

상완이두박근의 등척성 운동 전/직후를 비교한 결과, 운동 전 상완이두박근의 좌측은 $33.31 \pm 0.91^\circ\text{C}$, 우측은 $33.39 \pm 0.9^\circ\text{C}$ 으로 $0.075 \pm 0.18^\circ\text{C}$ (좌<우)의 낮은 체표면 온도차이가 측정되었으며, 운동 후에는 좌측은 $34.01 \pm 0.8^\circ\text{C}$, 우측은 $33.15 \pm 0.8^\circ\text{C}$ 으로 $0.86 \pm 0.43^\circ\text{C}$ (좌>>우)의 높은 체표면 온도차이가 측정되었다($p < 0.001$).

표 1. 운동 전/후 체표면 온도의 변화 (n = 96)

Table 1. Change of body surface temperature before/after isometric contraction (n = 96)

단위: °C

	상완(좌)	상완(우)	온도차	t
전	33.31 ± 0.91	33.39 ± 0.9	0.075 ± 0.18	-1.21
후	34.01 ± 0.8	33.15 ± 0.8	0.86 ± 0.43	5.7

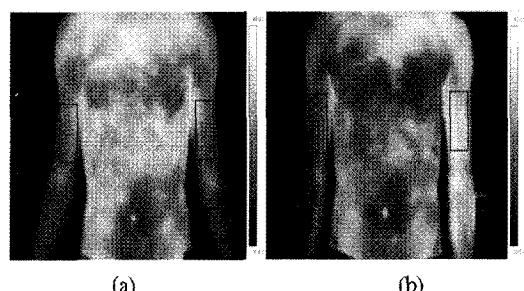


그림 1. 운동 전/후 체표면 온도 측정
(a) 운동 전 온도변화 (b) 운동 후 온도 변화
Fig. 1 Measurement of body surface temperature before/after isometric contraction
(a) before exercise, (b) after exercise

3.2 저주파 자극 그룹(대조군1)의 자극 전/직후 체표면 온도변화 분석 (n=32)

저주파 자극 전/직후의 체표면 온도를 관찰하였을 시, 자극 전에는 좌측 $33.33 \pm 0.59^{\circ}\text{C}$, 우측 $33.45 \pm 0.56^{\circ}\text{C}$ 로 $0.12 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ (좌<우)의 낮은 체표면 온도차이가 나타났으며, 자극 직후에는 좌측 $33.9 \pm 0.71^{\circ}\text{C}$ 와 우측 $33.12 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ 로 $0.78 \pm 0.12^{\circ}\text{C}$ (좌>우)의 체표면 온도차이가 측정됨에 따라($p < 0.001$), 저주파 자극직후의 좌/우측 체표면 온도차이가 매우 크게 나타났다.

표 2. 저주파 자극 전/후 체표면 온도의 변화 (n = 32)

Table 2. Change of body surface temperature before/after electrical stimulation (n = 32)

단위 : °C

	상완(좌)	상완(우)	온도차	t
전	33.33 ± 0.59	33.45 ± 0.56	0.12 ± 0.2	-1.4
후	33.9 ± 0.71	33.12 ± 0.66	0.78 ± 0.12	16.4

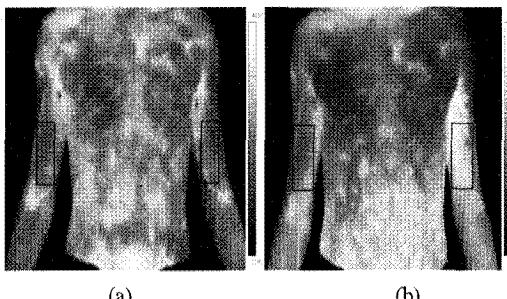


그림 2. 저주파 자극 전/후 체표면 온도측정
(a) 자극 전 온도변화 (b) 자극 후 온도변화

Fig. 2 Measurement of body surface temperature before/after electrical stimulation
(a) before stimulation, (b) after stimulation

3.3 자기장 자극 그룹(실험군)의 자극 전/직후 체표면 온도변화 분석 (n=32)

청영혈(HT2)을 자기장 자극하기 전/직후 체표면 온도변화를 측정하였을 시, 자극 전의 좌측 $33.17 \pm 0.59^{\circ}\text{C}$, 우측 $33.19 \pm 0.55^{\circ}\text{C}$ 로 $0.02 \pm 0.19^{\circ}\text{C}$ (좌<우)의 체표면 온도차이가 관찰되었으며, 자극 직후에는 좌측 $32.86 \pm 1.10^{\circ}\text{C}$, 우측 $32.96 \pm 0.95^{\circ}\text{C}$ 로 $0.1 \pm 0.39^{\circ}\text{C}$ (좌<우)의 체표면 온도차이가 측정되었다. 이때, 자극 직후 저주파 자극 방식 보다 매우 낮은 좌/우측 체표면 온도변화가 나타났다.

표 3. 자기장 자극 전/후 체표면 온도의 변화 (n = 32)

Table 3. Change of body surface temperature before/after magnetic stimulation (n = 32)

단위 : °C

	상완(좌)	상완(우)	온도차	t
전	33.17 ± 0.59	33.19 ± 0.55	0.02 ± 0.19	-0.3
후	32.86 ± 1.10	32.96 ± 0.95	0.1 ± 0.39	-0.8

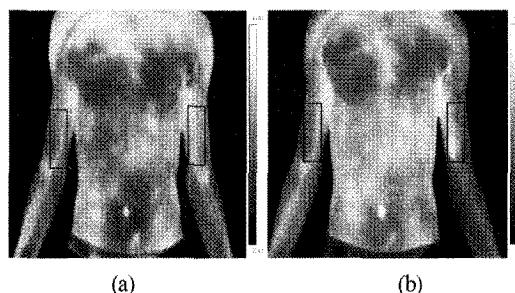


그림 3. 자기장 자극 전/후 체표면 온도측정
(a) 자극 전 체표면 온도변화
(b) 자극 후 체표면 온도변화

Fig. 3 Measurement of body surface temperature before/after the magnetic stimulation

(a) before stimulation, (b) after stimulation

3.4 무자극 그룹(대조군1)의 좌/우측 체표면 온도변화 추이 분석 (n = 32)

근피로 유발 후 적외선 체열 영상진단검사법을 이용하여 3일 동안의 무자극에 대한 체표면 온도변화 추이를 측정하였다. 24시간 이후 좌/우측 체표면 온도차이가 $0.60 \pm 0.42^{\circ}\text{C}$ (좌<우)로 가장 높았으며, 48시간 이후 $0.4 \pm 0.14^{\circ}\text{C}$ (좌<우), 72시간 이후 $0.3 \pm 0.14^{\circ}\text{C}$ (좌<우)로 점점 낮아지고 있는 패턴을 확인하였다. 즉 시간경과에 따라 근피로가 점차 회복되며 좌/우측 체표면 온도차이가 낮아지고 있음을 확인하였다.

표 4. 무자극 그룹의 체표면 온도 변화(3일간)

Table 4. Change of body surface temperature for non stimulation group(3days)

단위 : °C

	상완(좌)	상완(우)	온도차	t
1일	32.75 ± 0.5	33.35 ± 0.07	0.6 ± 0.42	-2
2일	33.30 ± 0.7	33.70 ± 0.57	0.4 ± 0.14	-4
3일	33.25 ± 0.07	33.55 ± 0.07	0.3 ± 0.14	-3

3.5 저주파 자극 그룹(대조군2)의 좌/우측 체표면 온도변화 추이 분석 ($n = 32$)

근피로 유발 후, 패드를 이용하여 청영혈(HT2)을 중심으로 저주파 자극을 15분 동안 가한 후, 24시간 이후를 적외선 체열 영상진단검사법으로 측정하였다. 측정 후 저주파 자극을 다시 가했으며, 24시간 이후 적외선 체열 영상진단검사법으로 재측정을 2회 반복하였다. 좌/우측의 체표면 온도차이는 24시간 후 $0.30 \pm 0.14^\circ\text{C}$ (좌<우), 48시간 후 $0.10 \pm 0.14^\circ\text{C}$ (좌<우), 72시간 후 $0.05 \pm 0.21^\circ\text{C}$ (좌>우)로 측정되었다. 근피로가 가장 많이 유발되는 24시간 후의 좌/우측 체표면 온도차이는 본 연구에서 제시한 비대칭적인 체표면 온도차이의 기준인 0.5°C 이하인 0.3°C 가 관찰되었으며, 무자극일 시의 0.6°C 보다 0.3°C 나 낮게 측정되었다.

표 5. 저주파 자극그룹의 체표면 온도의 변화(3일간)
Table 5. Change of body surface temperature for electrical stimulation group(3days)

	단위 : °C			
	상완(좌)	상완(우)	온도차	t
1일	32.8 ± 0.28	33.1 ± 0.14	0.30 ± 0.14	-3.0
2일	33.85 ± 0.35	33.95 ± 0.21	0.10 ± 0.14	-1
3일	33.35 ± 0.63	33.3 ± 0.85	0.05 ± 0.21	0.3

3.6 자기장 자극그룹(실험군)의 좌/우측 체표면 온도변화 추이 분석 ($n = 32$)

저주파 자극의 3일 연속 측정방식과 동일하게 자기장 자극에 대한 체표면 온도변화를 측정하였다. 이때, 좌/우측의 체표면 온도차이가 24시간 후 $0.15 \pm 0.21^\circ\text{C}$ (좌<우), 48시간 후 $0.05 \pm 0.21^\circ\text{C}$ (좌>우), 72시간 후 $0.03 \pm 0.21^\circ\text{C}$ (좌<우)로 측정되었으며, 근피로 유발이 가장 심한 24시간 이후 $0.15 \pm 0.21^\circ\text{C}$ 의 체표면 온도가 측정됨에 따라 무자극일 시 $0.60 \pm 0.42^\circ\text{C}$ 가 측정된 결과와 큰 차이를 보였다.

표 6. 자기장 자극그룹의 체표면 온도의 변화(3일간)
Table 6. Change of body surface temperature for magnetic stimulation group(3days)

	단위 : °C			
	상완(좌)	상완(우)	온도차	t
1일	33.05 ± 0.35	33.2 ± 0.14	0.15 ± 0.21	-1
2일	34 ± 0.42	33.95 ± 0.21	0.05 ± 0.21	0.33
3일	34.12 ± 0.37	34.15 ± 0.16	0.03 ± 0.21	-0.13

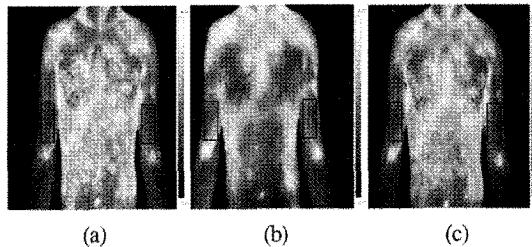


그림 4. 자기장 자극그룹의 체표면 온도측정(3일간)

(a) 24시간 후 (b) 48시간 후 (c) 72시간 후

Fig. 4 Measurement of body surface temperature for magnetic stimulation group(3days)

(a) after 24hour, (b) after 48hour. (c) after 72hour

IV. 고 칠

근피로가 유발되는 과정 중 trigger point가 정상상태에서 경결상태로 천이됨에 따라, 근조직 아래의 혈액 순환계 및 신경계에 영향을 미침으로 통증이 유발된다. 또한 운동 직후 평소 사용하지 않는 근육의 미세손상에 의하여 근육 통증이 발생되며[20], 수축한 근육에 젖산과 칼륨 같은 신진대사의 산물의 일시적인 생성 및 부적절한 혈액의 공급 그리고 산소의 부족이 근피로에 영향을 준다[21]. 등척성 운동으로 인한 Ca^{2+} 의 대량유입은 근수축을 유발하며, Ca^{2+} 의 유입을 유지시킨다. 이때 막전위는 고정이 되고 막의 흥분성의 저하가 발생하며, ATP의 효율저하를 유발한다. 그로 인한 젖산의 발생과 근육 내 pH의 감소는 물질대사의 감소를 발생시키며, 이는 근피로와 근통증을 유발한다.

이를 근거로, 3.1의 모든 피험자($n = 96$)에 대한 운동 전/직후 좌/우측 체표면 온도변화 결과, 근피로 유발 후 $0.86 \pm 0.43^\circ\text{C}$ ($p < 0.001$)의 온도차이를 관찰함에 따라 0.5°C 이상의 유의한 체표면 온도차이를 확인하였으며, 이는 근육의 미세손상, 신진대사 및 혈류 장애로 인하여 비대칭적인 체표면 온도차이가 관찰된다는 기존의 연구와 일치하였다. 3.2의 저주파 자극(대조군2)에서는 저주파 자극 직후 $0.78 \pm 0.12^\circ\text{C}$ ($p < 0.001$)의 유의한 좌/우측 체표면 온도차이를 나타냄을 확인하였다. 저주파 자극으로 인한 근육의 강제적 수축·이완이 순간적인 혈관 운동 장애를 유발함에 따라 높은 좌/우측 체표면

온도차이를 유발한다는 사실을 확인하였다. 또한 3.3의 자기장 자극(실험군) 직후 낮은 좌/우측 온도차이를 관찰함에 따라, 자기장 자극이 신경 및 혈관 운동 장애를 유발하지 않으며, 저주파 자극 보다 근피로 회복에 효과가 있을 것이라고 사료된다. 3.4의 무자극 그룹(대조군1)에서는 trigger point의 경결이 심한 24시간 이후는 평균 0.6°C의 비대칭적인 좌/우측 체표면 온도차이를 관찰하였다. 48시간 이후에는 0.4°C로 좌/우측의 정상적인 체표면 온도차이를 확인하였으나, 0.5°C에 비해 약간 작게 측정됨에 따라 아직 근피로가 완전히 회복되지 않았다고 판단하였다. 24시간 이후의 좌/우측 체표면 온도차이가 가장 높았으며, 이는 24시간 이후 근육의 trigger point의 경결상태가 가장 심각하여, 근통증 및 근피로가 가장 심하다는 기존의 연구 결과와 일치하였다. 이를 통하여 trigger point의 경결 상태와 비대칭 온도분포와의 상관관계성을 확인하였다. 또한 시간이 지남에 따라 근피로와 trigger point의 경결상태가 회복되면서, 좌/우측 체표면 온도차이가 점점 낮아지고 있음을 확인함으로써 적외선 체열 영상진단검사법을 이용하여 측정한 비대칭적인 체표면 온도차이를 통하여 통증을 진단할 수 있다는 기존의 연구결과를 재검증하였다. 3.5의 저주파 자극 그룹(대조군2)의 결과, 시간이 지남에 따라 좌/우측 체표면 온도차이가 줄어드는 패턴을 확인하였으며, 넓은 패드형식의 저주파 자극방식 또한 근피로 회복에 충분한 효과가 있음을 확인하였다. 3.6의 자기장 자극 그룹(실험군)에서는 3일 동안의 좌/우측 체표면 온도차이가 거의 없는 것을 확인하였다. 이는 자기장이 근조직을 자극하고 신경 및 혈관 운동 장애 개선효과가 탁월하기 때문이라고 사료된다. 이때 자기장 자극을 지속적으로 가해줌으로써, 시간에 따라 미세한 좌/우측 체표면 온도차이가 더욱 낮아지는 양상을 확인하였다. 저주파 자극에 비하여 3일 모두 낮은 좌/우측 체표면 온도차이가 측정됨에 따라 자기장 자극이 trigger point의 경결상태와 그에 따른 근피로 회복에 더욱 효과적이라 판단하였다. 또한 3일 후의 좌/우측 체표면 온도차이는 무자극에 비하여 무려 10배나 낮은 것을 관찰하였다.

그러나 등척성 운동 직후, 24시간 이후의 trigger point의 경결상태가 가장 심각하며 그로 인하여 근피로가 가장 많이 유발 된다는 기존 논문결과와 적외선 체열 영상 진단검사법으로 인한 좌/우측 체표면 온도차이를 비교

해보았을 시, 24시간 이후보다 운동 직후의 비대칭적인 온도차이 정도가 높음을 확인하였다. 적외선 체열 영상 진단검사법을 이용하여 trigger point의 경결정도에 따른 근육의 상태변화를 정확히 진단할 수는 없지만, 체표면 온도를 측정함에 따라 근피로의 유발과 회복에 따른, 근조직 아래의 모세혈관 및 혈관 운동 상태의 변화를 통하여 근육의 상태와 통증의 정도를 확인할 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 심부의 근조직과 신경 및 혈관까지 영향을 미칠 수 있는 미약 자기장을 이용하여 근피로 회복에 영향을 줄 수 있음을 확인하고자 하였다. 근조직 아래의 신경 및 혈관의 상태를 나타내는 체표면 온도를 측정할 수 있는 적외선 체열 영상진단검사법을 이용하여 측정하였다.

등척성 운동으로 인한 근피로 유발 직후, 상완이두박근에서 좌/우측 체표면의 비대칭적인 온도차이를 확인하였으며, 이와 같은 체표면 온도차이를 확인함에 따라 적외선 체열 영상진단검사법을 통하여 근육의 상태를 진단할 수 있음을 확인하였다. 또한, 저주파 자극 직후 높은 비대칭적인 온도차이를 확인함으로써 저주파 자극으로 인한 근육의 강제적 수축·이완이 순간적인 혈관 운동 장애를 유발한다는 사실을 확인하였다. 자기장 자극 직후의 좌/우측 체표면 온도차이는 저주파 자극 직후 온도차이보다 낮게 측정됨에 따라, 근육의 강제적 수축·이완 없이 경피부터 심부 근육, 신경 및 혈관을 자극할 수 있어서 더욱 효과적인 것으로 사료된다. 따라서, 본 연구에서 체표면 온도를 측정함으로써 자기장 자극이 근피로 회복에 효과가 있음을 확인하였다.

참고문현

- [1] 방문석, 한태륜, 윤기성, "경피적 전기신경자극과 silver spike point요법이 정상인의 동통 역치에 미치는 영향," 대한재활의학회지, 제20권, 제4호, pp.978-982, 1996.

- [2] 유혜영, 정영종, 고수정, 정도영, "지연성 근육통에 대한 경피신경 전기자극과 미세전류 신경근 자극의 효과비교," *한국전문물리치료학회지*, 제7권, 제2호, pp.76-87, 2000.
- [3] 윤기성, "경피전기 신경자극치료에서 자극 전극 종류에 따른 전통 효과 비교," *대한재활의학회지*, 제23권, 제2호, pp.350-357, 1999.
- [4] 홍순용, 신근만, 최영룡, "침을 이용한 전기자극 통증치료," *대한재활의학회지*, 제5권, 제1호, pp.52-56, 1992.
- [5] 조동국, 이균경, 김수병, 권선민, 신태민, 이경중, 이용흠, "비침습 집중형 전자기장을 이용한 통증치료기 개발," *한국해양정보통신학회논문지*, 제13권, 6호, pp.1157-1166, 2009.
- [6] Collacott EA, Zimmerman JT, White DW and Rindone JP, "Bipolar Permanent Magnets for the Treatment of Chronic Low Back Pain: A Pilot Study," *JAMA*, vol. 283, no.10, pp. 1322-1325, 2000.
- [7] Trock DH, "Electromagnetic Fields and Magnets: Investigational Treatment for Musculoskeletal Disorders," *Rheumatic Diseases Clinics of North America*, vol. 26, no.1, pp. 51-62, 2000.
- [8] Camara K and Danao-Camara T, "Awareness of, use and perception of efficacy of alternative therapies by patients with inflammatory arthropathies," *HAWAII MEDICAL ASSOCIATION*, vol. 58, no.12, pp. 329-332, 1999.
- [9] Battermann AA, "Periarthritis humero-oscopularis: Alternative therapy of pain using magnet bands," *Therapie der Gegenwart*, vol. 121, no.8, pp. 487-492, 1982.
- [10] Piasetskii VI, Bakharev AM, Driuk NF and Pisanko OA, "Clinical aspects of using extremely high frequency electromagnetic radiation in the complex treatment of occlusive vascular diseases of the lower extremities," *Klinicheskaja khirurgija*, no.7, pp. 47-50, 1991.
- [11] Feldman F, "Thermography of the hand and wrist : Pratical applications," *Hand Clinics*, vol. 7, no.1, pp. 99-111, 1991.
- [12] Uematsu S, et al. "Quantification of thermal asymmetry," *Journal of Neurosurgery*, vol. 69, no.4, pp. 552-555, 1988.
- [13] 김영수, 조용은, 오성훈, "요추간판 탈출증 환자에서의 컴퓨터 적외선 전신 체열촬영의 의의," *대한신경의과학회지*, 제19권, 제10호, pp.1303-1313, 1990
- [14] 김종문, 정순열, "적외선 체열촬영을 이용한 통증 유발점의 치료평가," *대한재활의학회지*, 제21권, 제3호, pp.500-510, 1997.
- [15] 김영수, 조용은, "요추간판 탈출증 환자에서 수술 전후 컴퓨터 적외선 체열 촬영 소견," *대한신경의과학회지*, 제22호, 제1권, pp.71-82, 1993.
- [16] 박기영, 전세일, 박창일, 임신영, 김애영, 신동배, "요추간판탈출증의 척추 전산화 단층촬영과 척수강조영, 근전도 및 컴퓨터 적외선 체열촬영과의 비교," *대한재활의학회지*, 제17권, 제1호, pp. 42-50, 1993.
- [17] Goldman PH, Mhrphy MG and Siltanen GL, "Normal temperature asymmetry of back and extremities by computer-assisted infrared imaging," *Themology*, vol. 1, no.4, pp. 195-202, 1986.
- [18] 조준, 문창택, 나중환, 조병일, 장상근, 이예철, "요추간판탈출증 환자의 컴퓨터 적외선 체열촬영을 이용한 수술후 평가," *대한신경의과학회지*, 제20호, 제7권, 528-534, 1991.
- [19] Harper CM and Low PA, "Utility of thermography in the diagnosis of lumbosacral radiculopathy," *Neurology*, vol. 41, no.7, pp. 1010-1014, 1991.
- [20] Fiden J, Sfakianos PN and Hargens AR, "Muscle soreness and intramuscular fluid pressure : Comparison between eccentric and concentric load," *J Appl Physiol*, vol. 61, no.6, pp. 2175-2179, 1986.
- [21] Pizza FX, Cavender D, Stockard A, Baylies H and Beighle A, "Anti-Inflammatory Doses of Ibuprofen: Effect on Neutrophils and Exercise-Induced Muscle Injury Anti-Inflammatory Doses of Ibuprofen: Effect on Neutrophils and Exercise-Induced Muscle Injury," *International journal of sports medicine*, vol. 20, no.2, pp. 98-102, 1999.

저자소개

김수병(Soo-Byung Kim)

2010. 07 : 연세대학교 의공학과
硕사과정



※ 관심분야 : 한의공학, 생체계측, 임베디드시스템

이나라(Na-Ra Lee)

2010. 07 : 연세대학교 의공학과



※ 관심분야 : 시스템 제어, 한방의료기기

이승욱(Seung-Wook Lee)

2010. 07 : 연세대학교 의공학과



※ 관심분야 : 임베디드시스템, 한방의료기기

이경중(Kyong-Joung Lee)

1999 ~ 현재 : 연세대학교
보건과학대학 의공학과
교수



※ 관심분야 : 심혈관계측, 생체신호처리 및 모델링

이용흠(Yong-Heum Lee)

2008 ~ 현재 : 조교수
연세대학교 의공학과
한의공학연구실



※ 관심분야 : 침구경락 연구, 맥진연구, 한방의료기기,
한의학 객관화 연구, 시스템 제어