

## 지연성 근육통에 대한 경피신경 전기자극과 미세전류 신경근 자극의 효과 비교

정영중  
상지대학교 한방병원 물리치료실  
고수정  
제주재활병원 물리치료실  
유혜영  
윤보선의원 물리치료실  
정도영  
연세대학교 재활학과

### Abstract

### Effects of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation and Microcurrent Electrical Neuromuscular Stimulation on Delayed Onset Muscle Soreness

**Jung Young-jong, B.H.Sc., P.T.**

Dept. of Physical Therapy, Sanji University Oriental Medical Hospital

**Gho Su-jeong, B.H.Sc., P.T.**

Dept. of Physical Therapy, Cheju Rehabilitation Hospital

**You Hye-young, B.H.Sc., P.T.**

Dept. of Physical Therapy, Doctor Yoon's Clinic

**Jung Do-young, B.H.Sc., P.T.**

Dept. of Rehabilitation, Yonsei University

Delayed onset muscle soreness (DOMS) is a common problem that can interfere with rehabilitation as well as activities of daily living. The purpose of this study was to determine the effects of both transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and microcurrent electrical neuromuscular stimulation (MENS) on DOMS. Twenty-seven untrained and male volunteer subjects were randomly assigned to one of three treatment groups: 1) a group that received TENS (7 Hz), 2) MENS (60  $\mu$ A, .3 pps) or 3) a control group that received no treatment. Subjects performed repeated eccentric exercise of the non-dominant forearm flexor muscle with submaximal intensity by the simply designed eccentric exercise devices. Treatments were applied after 24 hours and 48 hours. Subjects attended on two consecutive days for treatment and measurement of

elbow flexion, extension, resting angle (universal goniometer), and pain (visual analogue scale: VAS) on a daily basis. Measurements were taken after treatment. Analysis of results were as follows; 1) There were no significant differences between TENS and MENS by one-way repeated ANOVA, 2) The t-test for pain, resting, flexion and extension angle revealed significant differences within TENS group, 3) The t-test for resting angle revealed significant differences within MENS group.

**Key Words:** Delayed onset muscle soreness (DOMS); Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS); Microcurrent electrical neuromuscular stimulation (MENS); Eccentric exercise.

## I. 서론

통증은 불쾌, 고통, 통각 등을 포함한 주관적, 복합적 현상이며(George, 1982), 상해 또는 조직과괴를 유발시키는 자극으로 인해 나타나는 감각적 경험이다(Mountcastle, 1980). Merskey (1979)는 동통을 불쾌한 감각이며, 실제적 혹은 잠재적으로 조직손상과 관련이 있는 정서적 경험이며 주관적인 경험이라고 하였다.

지연성 근육통(delayed onset muscle soreness: DOMS)은 간헐적이고 강렬한 신체 활동이나 갑작스런 운동 강도의 증가 후에 발생하는 근육통이나 일시적인 뻣뻣함, 근강도의 약화와 관절가동범위의 제한 및 부종을 나타내는 것(Cleak과 Eston, 1992)을 말하며 운동 후 약 8시간에서 24시간 동안에 처음 느끼기 시작하여, 24시간에서 48시간대 사이에서 최고조에 달하다가 점점 감소하여 5일에서 7일 사이에 사라지게 된다(Amstrong, 1986).

지연성 근육통의 원인에 대해서 Abraham (1977)은 근육과 근육주변부위 결합조직의 파열과 관계가 있다고 보고하였으며, Maggie 등(1992)은 높은 강도의 원심성 수축 후에 운동 수행능력의 감소와 지연성 근육통이 발생한다고 하였다. 또한, Macintyre 등(1996)은 원심성 운동 후 지연성 근육통을 유발한 하지(quadriceps muscle)가 반대측의 하지보다 백혈구의 수가 더 많이 있음을 밝혔는데, 이

는 지연성 근육통의 발생시 근육의 미세 손상(microtrauma) 때문이라고 보고하였다. Smith(1991)는 염증 시에 나타나는 주요한 증상인 통증, 부종, 기능상실과 혈액 검사 시에 나타나는 대식세포, 섬유모세포 출현 등의 증거를 들어 지연성 근육통이 급성 염증 반응과 연관있다고 하였다. 그러나, 아직까지 지연성 근육통 원인에 대해서는 확실히 밝혀지지 않았다.

지연성 근육통을 감소시키기 위한 방법으로 운동 전에 저강도의 준비운동과 정리운동을 수행하거나, 운동 전·후에 가볍게 신장운동을 하거나, 운동프로그램의 강도와 기간을 점차로 증가시키는 방법 등을 들 수 있다. 지연성 근육통을 치료하기 위하여 전기자극 치료기와 미세전류 신경근 자극(microcurrent electrical neuromuscular stimulation) 치료, 경피신경 전기자극(transcutaneous electrical nerve stimulation) 치료, 초음파영동(phonophoresis) 치료, 마사지 등을 이용하였다. Ciccone 등(1991)은 단순한 초음파 치료는 지연성 근육통의 증상을 악화시키지만, trolamine salicylate를 이용한 초음파영동 치료는 통증 완화에 효과가 있다고 하였다.

이충휘(1987)는 경피신경 전기자극은 동통 역치 변화와 관련이 있으며 자극부위 뿐만 아니라 신체 전반에 걸쳐 영향을 준다고 하였다. Picaza 등(1975)은 저주파 경피신경 전기자극시에 동통 감소 효과가 늦게 나타나지만 그 효과가 지속적이며 간혹 동통이 있는

부위와는 반대되는 측에도 동통 감소 효과가 있다고 보고하였는데 그 이유는 부위별 파급 효과(pain suppression spread effect)가 있기 때문이라고 하였다. Craig 등(1996)의 연구에서는 경피신경 자극치료가 지연성 근육통에 있어 통증 감소와 관절가동범위에서 입증할 만한 효과는 없다고 하였으나, 남기석 등(1997)과 Denegar 등(1989)은 경피신경 자극치료가 지연성 근육통에 효과가 있음을 밝혔다.

한편, 종래 사용되었던 일반적인 전기자극 치료기, 경피신경 전기자극기, 고전압 맥동전류자극기 등은 모두 전류가 밀리암페어(mA)의 단위로 치료한다. 그러나 미세전류 신경근 자극치료기는 마이크로암페어( $\mu A$ )로 치료하는 것으로서 경피신경 자극치료기에서 사용하는 밀리암페어와는 생체전기에 대한 의미 측면에서 매우 다름을 알 수 있고, 상처치료에 대한 미세전류의 높은 효과가 증명되었다(Carley와 Wanapel, 1985; Gault와 Gatens, 1976; Nessler와 Mass, 1985).

Illingworth와 Barker(1980)는 어린이의 손톱이 절단된 부분에서 발생한 전기를 측정하였는데 이 부위의 전류가 10-30  $\mu A/cm^2$  범위의 미세 전류임이 발견되었다. 그 후 이러한 발견들은 여러 학자들에 의해 계속 보고되었다(Barker 등, 1982). Cheng 등(1982)은 치료 과정에 핵심적인 세 가지 변수인 아데노신 3인산(ATP) 생성, 단백질 합성, 세포막 투과도에 대한 다양한 전류의 강도에 따른 생리적인 효과를 연구하였는데, 500  $\mu A$ 에서 ATP 생성이 500% 정도 증가하는 반면 1,000~1,500  $\mu A$ 에서는 ATP생성은 급하강하였고 5,000  $\mu A$ 에서는 기준억제 수준 이하로 떨어졌음을 보여 미세전류가 세포의 생리와 성장을 자극함을 밝혔다. Kulig 등(1991)은 미세전류 신경근 자극과 빠른 속도의 운동법의 효과에 대해서, 두 치료가 지연성 근육통에 모두 효과가 없다고 보고하였으며, Rapaski 등(1991)은 미세전류 신경근 자극이 지연성 근육통 이후에 나타나는 혈액내의 크레아틴 키나제(creatine kinase) 성분의 상승을 감소시키는

데 효과적이어서 지연성 근육통의 감소를 보인다고 하였다.

지연성 근육통에 대한 경피신경 전기자극 치료와 미세전류 신경근 자극치료의 각각의 효과는 여러 선행 연구에 의해 밝혀졌지만 지연성 근육통에 대한 경피신경 자극치료와 미세전류 신경근 자극치료의 비교 연구는 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 실험적으로 유발된 지연성 근육통에 경피신경 자극치료와 미세전류 신경근 자극치료를 적용했을 때의 관절가동범위와 통증의 변화에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

이러한 목적으로 다음과 같은 가설을 설정하였다.

첫째, 경피신경 전기자극군과 미세전류 신경근 자극군, 그리고 대조군간에 지연성 근육통을 유발하기 전과 후에 관절가동범위와 통증에 있어 유의한 차이가 있다.

둘째, 경피신경 전기자극치료와 미세전류 신경근 자극치료 전과 후에는 관절가동범위와 통증에 있어 유의한 차이가 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 연세대학교 원주캠퍼스에 재학 중이며, 이 실험에 참여하겠다고 동의한 20~30세의 건강한 남자 27명을 대상으로 하였다. 연구대상에서 심장에 문제가 있거나 간질이 의심되는 자, 상지에 신경손상이 있거나 문신, 티눈, 상흔, 피부이식, 화상, 피부감각의 이상이 있는 대상자는 제외시켰으며, 상지의 운동을 제한하는 질환이 없고, 실험 전 일주일 동안 운동으로 인한 비우세성 상지의 근육통을 경험하지 않았으며 정기적인 무게 훈련(weight-training)을 하고 있지 않는 자를 대상으로 하였다.

연구대상자의 특성은 표 1과 같고, 본 연구는 1998년 6월 22일부터 동년 7월 2일까지 실시하였다.

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

(n=27)

	나이(세)	키(cm)	몸무게(kg)
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차
경피신경 전기자극군	23.9±2.26	173.1±5.30	63.0±5.05
미세전류 신경근 자극군	23.7±2.78	172.8±4.15	66.0±8.59
대조군	22.5±1.59	173.8±3.23	66.6±7.92

## 2. 실험도구

지연성 근육통을 유발하기 위한 운동에 적용할 무게를 결정하기 위해서 근력계(dynamometer)<sup>1)</sup>를 이용하고 팔굽관절(elbow joint)의 원심성 운동을 실시하기 위해 N-K table을 이용하였다. 지연성 근육통을 치료하기 위해 경피신경 전기자극기(transcutaneous electrical nerve stimulation: TENS)<sup>2)</sup>와 미세전류 신경근 자극기(microcurrent electrical neuromuscular stimulation: MENS)<sup>3)</sup>를 사용하였으며, 통증의 정도를 측정하기 위한 도구로써 시각 통증 척도(visual analogue scale: VAS)를 사용하였다. 관절가동범위의 측정은 관절 각도계(universal goniometer)를 사용하였다.

## 3. 실험방법

본 연구는 표본집단인 경피신경 자극기로 치료한 실험군 1과 미세전류 신경근 자극기로 치료한 실험군 2, 그리고 대조군을 각각 9명씩 확률적으로 선정(randomization)하였다. 연구대상 근육은 비우세성 상지의 팔굽관절 굴곡근(biceps brachii)이며, 비우세성 상지를 결정하기 위해 실험전 각 대상자에게 일상생활 동작 중 어느 쪽을 많이 사용하는지 질문하여 많이 사용하는 쪽을 우세성으로 결정하였다.

지연성 근육통을 유발하기 위한 운동 전에 모든 대상자들의 휴식 시 관절가동범위, 굴곡

시 관절가동범위, 신전 시 관절가동범위를 관절 각도계를 이용하여 각각 2회씩 측정하여 그 평균값을 자료로 사용하였다. 지연성 근육통을 유발하기 위한 운동에 적용할 무게를 결정하기 위하여 근력계를 이용하여 팔굽관절의 최대 등척성 근력을 측정하였다. 측정 자세는 어깨 높이의 책상 위에 비우세성 상지를 올려놓고 팔굽관절과 어깨 관절을 직각으로 굴곡한 상태로 측정하였다. 이때 구심성 운동의 요소를 배제하기 위하여 운동 시작 자세가 측정자에 의하여 수동적으로 이루어지게 하였다. 최대 등척성 근력은 원위부 전완(distal forearm)에 착용한 커프(cuff)와 근력계에 연결된 선을 당길 때 나타나는 수치로 결정하였으며, 2회 측정하여 그 평균값의 50%를 지연성 근육통을 유발하기 위한 운동에 적용하였다.

지연성 근육통의 유발을 위한 운동은 N-K table의 측면에 앉은 자세에서 각각의 대상자에게 최대 등척성 근력으로 계산된 무게를 적용하였다. 팔굽관절 굴곡근의 원심성 운동을 위하여 대상자가 120° 굴곡한 자세에서 원심성 운동을 시작한 후 다시 굴곡자세를 취할 때는 측정자가 무게를 대신 들어주어 대상자의 구심성 운동을 방지하였다. 팔굽관절 굴곡근의 원심성 운동은 1회에 약 5초가 소요되도록 지시하고 실행 시 측정자가 하나, 둘, 셋, 넷, 다섯이라고 구령을 붙여줌으로써

1) Jamar, U.S.A

2) HOMER ION HL III, Japan

3) Neuron Technologies, Inc. U.S.A

운동 시간을 주지시켰다. 또한 팔굽관절 굴곡근의 선택적인 원심성 운동을 위하여 체간의 정렬성이 유지되도록 주의하였다. 이러한 원심성 운동은 5회를 1단위(bout)로 하여 5단위, 총 25회를 실시하며 각 단위간의 휴식시간은 30초로 하였다.

24시간 후와 48시간 후에 실험군 1은 경피신경 전기자극기(7 Hz)를 15분 적용하였고, 실험군 2는 미세전류 신경근 자극기(60  $\mu$ A, 3 pps)를 15분 적용하였으며, 대조군은 15분 동안의 휴식만을 취하게 하였다. 적용 후에 각 표본집단의 휴식 시 관절가동범위, 굴곡 시 관절가동범위, 신전 시 관절가동범위, 그리고 통증정도를 측정하였다.

#### 4. 분석방법

각 집단내 시간경과에 따른 휴식 시 관절가동범위, 굴곡 시 관절가동범위, 신전 시 관절가동범위, 그리고 통증의 차이를 알아보기 위하여 반복측정에 의한 일요인 분산분석

(one-way repeated ANOVA)을 사용하였다. 각 집단내의 시간대별 차이를 알아보기 위해서 Bonferroni의 방법으로 분석하였다. 실험군내 치료 전과 후의 차이를 알아보기 위하여 짝비교 t-검정(paired t-test)을 사용하였다. 세 집단간의 시간의 경과에 따른 휴식 시 관절가동범위, 굴곡 시 관절가동범위, 신전 시 관절가동범위, 그리고 통증의 차이를 알아보기 위하여 분산분석을 사용하고, 이때 어느 집단에서 유의한 차이가 있는지 알기 위해 Scheffé 방법을 사용하였다. 통계적 분석 시 유의수준  $\alpha$ 는 .05로 정하였다.

### III. 결과

#### 1. 각 집단내의 시간 경과에 따른 관절가동범위와 통증의 변화

각 집단내의 시간 경과에 따른 관절가동범위와 통증의 변화량은 표 2와 같다.

표 2. 각 집단내 시간 경과에 따른 관절가동범위와 통증의 변화 (n=27)

	경피신경 전기자극군	미세전류 신경근 자극군	대조군
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차
휴식 시 관절가동범위(°)			
직전	12.56±6.18	13.78±3.58	10.33±2.46
24시간 후	17.94±6.39	21.78±8.05	18.94±2.07
48시간 후	18.94±8.43	21.56±8.15	17.61±6.28
굴곡 시 관절가동범위(°)			
직전	132.83±4.97	133.89±6.38	132.11±4.97
24시간 후	127.89±7.55	132.00±4.46	129.22±4.56
48시간 후	125.11±10.71	132.33±5.20	128.61±5.12
신전 시 관절가동범위(°)			
직전	-2.33±2.28	-2.61±7.16	-3.78±3.60
24시간 후	2.94±5.18	4.33±6.92	2.28±4.45
48시간 후	5.61±7.03	4.83±8.77	1.22±4.21
통증(mm)			
직전	.00±.00	.00±.00	.00±.00
24시간 후	34.44±12.36	47.78±15.63	50.00±12.25
48시간 후	38.89±14.53	51.10±20.28	48.89±22.05

**2. 각 집단내의 통증과 관절가동범위의 운동 전과 24시간 후, 운동 전과 48시간 후, 그리고 24시간 후와 48시간 후의 차이 비교**

각 집단의 통증과 관절가동범위를 운동 전과 24시간 후, 운동 전과 48시간 후, 그리고 24시간 후와 48시간 후의 차이를 비교하였다. 경피신경 전기자극군에서는 운동 전과 24시간 후, 운동 전과 48시간 후의 비교에서 휴식 시 관절가동범위, 굴곡 시 관절가동범위, 신전 시 관절가동범위, 그리고 통증에서 유의한

차이를 보였으나, 24시간 후와 48시간 후의 비교에서는 유의한 차이가 없었다. 미세전류신경근 자극군에서는 운동 전과 24시간 후 및 48시간 후의 비교에서 휴식 시 관절가동범위와 신전 시 관절가동범위, 그리고 통증에서 유의한 차이를 보였으나 24시간 후와 48시간 후의 차이 비교에서는 유의한 차이가 없었다(표 3).

**표 3.** 각 집단내 통증과 관절가동범위의 운동전과 24시간 후, 운동전과 48시간 후, 24시간 후와 48시간 후의 차 (n=27)

		운동전-24시간 후		운동전-48시간 후		24시간 후-48시간 후	
		F	p	F	p	F	p
경피신경 전기자극 군	휴식 시 관절가동범위(°)	28.11	.00*	9.03	.02*	.42	.54
	굴곡 시 관절가동범위(°)	8.70	.02*	8.97	.02*	4.02	.08
	신전 시 관절가동범위(°)	7.16	.03*	9.92	.01*	3.74	.09
	통증(mm)	188.46	.00*	72.95	.00*	1.22	.30
	휴식 시 관절가동범위(°)	8.91	.02*	8.90	.02*	.02	.87
미세신경 신경근 자극군	굴곡 시 관절가동범위(°)	1.77	.22*	.57	.47	.06	.81
	신전 시 관절가동범위(°)	11.43	.01*	8.13	.02*	.27	.62
	통증(mm)	143.00	.00*	69.08	.00*	2.31	.17
	휴식 시 관절가동범위(°)	89.15	.00*	13.43	.01*	.59	.46
	굴곡 시 관절가동범위(°)	3.18	.11*	4.39	.07	.98	.35
대조군	신전 시 관절가동범위(°)	14.07	.01*	18.00	.00*	.31	.59
	통증(mm)	305.56	.00*	249.16	.00*	.91	.37

\*p<.05

3. 실험군에서 24시간과 48시간 후의  
치료 전과 후의 관절가동범위와 통  
증 변화

실험군에서 24시간과 48시간 후의 치료 전과 후의 관절가동범위와 통증의 변화를 비교하였다. 경피신경 전기자극군에서 24시간 후 휴식 시 관절가동범위에서 유의한 차이를 보였으나, 굴곡 시 관절가동범위와 신전 시 관절가동범위, 그리고 통증에서는 유의한 차이

가 없었다. 48시간 후에는 휴식 시 관절가동범위, 굴곡 시 관절가동범위, 신전 시 관절가동범위, 그리고 통증에서 유의한 차이를 보였다. 미세전류 신경근 자극군에서 24시간 후에는 신전 시 관절가동범위, 굴곡 시 관절가동범위, 통증에서 유의한 차이가 없었다. 48시간 후에는 휴식 시 관절가동범위, 굴곡 시 관절가동범위, 통증에서 유의한 차이를 보였으나 신전 시 관절가동범위에서는 유의한 차이가 없었다(표 4).

표 4. 실험군에서 24시간과 48시간 후의 치료 전과 후의 관절가동범위와 통증 변화

		평균±표준편차	t	p		
경피신경 전기자극군 (n <sub>1</sub> =9)	24시간 후의 전과 후	휴식 시 관절가동범위(°)	3.06±4.12	2.23	.00 <sup>‡</sup>	
		굴곡 시 관절가동범위(°)	-.11±2.29	-.15	.08	
		신전 시 관절가동범위(°)	2.44±3.00	2.44	.32	
		통증(mm)	6.67±12.25	1.63	.14	
		48시간 후의 전과 후	휴식 시 관절가동범위(°)	3.50±3.01	3.49	.02 <sup>‡</sup>
	굴곡 시 관절가동범위(°)	-1.17±2.45	-1.43	.01 <sup>‡</sup>		
	신전 시 관절가동범위(°)	.61±3.48	.53	.00 <sup>‡</sup>		
	통증(mm)	10.00±7.07	4.24	.00 <sup>‡</sup>		
	미세전류 신경근자극군 (n <sub>2</sub> =9)	24시간 후의 전과 후	휴식 시 관절가동범위(°)	4.39±2.68	4.92	.06
			굴곡 시 관절가동범위(°)	-2.00±2.94	-2.04	.89
신전 시 관절가동범위(°)			1.50±4.21	1.07	.41	
통증(mm)			3.33±12.25	.82	.44	
48시간 후의 전과 후			휴식 시 관절가동범위(°)	3.39±3.40	3.00	.01 <sup>‡</sup>
굴곡 시 관절가동범위(°)		-1.89±1.67	-3.39	.02 <sup>‡</sup>		
신전 시 관절가동범위(°)		3.33±1.97	5.08	.61		
통증(mm)		.67±11.12	1.79	.03 <sup>‡</sup>		

<sup>‡</sup>p<.05

**4. 세 집단간의 통증과 관절가동범위 변화량 비교**

가. 세 집단간의 시간별 휴식 시 관절가동범위의 차이

세 집단간의 휴식 시 관절가동범위는 운동 전, 24시간 후 그리고 48시간 후 모두에서 유의한 차이가 없었다(표 5).

나. 세 집단간 시간별 굴곡 시 관절가동범위의 차이

세 집단간의 굴곡 시 관절가동범위는 운동 전, 24시간 후 그리고 48시간 후 모두에서 유의한 차이가 없었다(표 6).

다. 세 집단간 시간별 신전 시 관절가동범위의 차이

세 집단간의 신전 시 관절가동범위는 운동 전, 24시간 후 그리고 48시간 후 모두에서 유의한 차이가 없었다(표 7).

**표 5.** 세 집단간의 시간별 휴식 시 관절가동범위의 차이

		평방합	자유도	평방평균	F	p
운동 전	집단간	54.89	2	27.44	1.44	.26
	집단내	456.78	24	19.03		
24시간 후	집단간	71.17	2	35.58	.97	.39
	집단내	879.00	24	36.63		
48시간 후	집단간	72.46	2	36.23	.62	.55
	집단내	1414.33	24	58.93		

**표 6.** 세 집단간 시간별 굴곡 시 관절가동범위의 차이

		평방합	자유도	평방평균	F	p
운동 전	집단간	14.39	2	7.19	.24	.79
	집단내	720.78	24	30.03		
24시간 후	집단간	79.19	2	39.60	1.22	.31
	집단내	780.94	24	32.54		
48시간 후	집단간	234.80	2	117.40	2.10	.15
	집단내	1334.28	24	56.01		

**표 7.** 세 집단간 시간별 신전 시 관절가동범위의 차이

		평방합	자유도	평방평균	F	p
운동 전	집단간	10.57	2	5.29	.23	.80
	집단내	555.44	24	23.14		
24시간 후	집단간	19.80	2	9.90	.31	.73
	집단내	756.78	24	31.53		
48시간 후	집단간	98.72	2	49.36	1.03	.37
	집단내	1151.94	24	48.00		



라. 세 집단간 시간별 통증 변화량의 차이  
세 집단간의 24시간 후 통증 변화량은 유  
의한 차이를 나타냈으나, 48시간 후 통증 변  
화량은 유의한 차이가 없었다(표 8).

표 8. 세 집단간 시간별 통증 변화량의 차이

		평방합	자유도	평방평균	F	p
24시간 후	집단간	1274.07	2	637.04	3.49	.05 <sup>*</sup>
	집단내	4377.78	24	182.41		
48시간 후	집단간	762.96	2	381.48	1.03	.37
	집단내	8866.67	24	369.44		

\*p<.05

#### IV. 고찰

지연성 근육통은 간헐적이고 강렬한 신체 활동이나 갑작스런 운동 강도의 증가 후에 발생하는 근육통이나 일시적인 뻣뻣함, 근강도의 약화와 관절가동범위의 제한 및 부종을 나타내는 것(Cleak과 Eston, 1992)을 말하며 운동 후 약 8시간에서 24시간대에서 처음 느끼기 시작하여 24시간에서 48시간대 사이에서 최고조에 달하다가 점점 감소하여 5일에서 7일 사이에 사라지게 된다(Amstrong, 1986). 이러한 활동의 제한을 보이는 지연성 근육통은 다른 운동 형태보다 원심성 운동에서 많이 유발되는 것으로 보고되었다(Kisner와 Colby, 1996; Newman, 1988).

원심성 운동에 의한 지연성 근육통에 관한 연구는 많이 보고되었으나, 그 예방과 치료법은 현재까지 논란의 여지가 있다. 경피신경 자극기를 이용한 전기 치료방법에 관한 연구는 다른 치료방법에 비해 미약한 상태이며, 상반된 연구결과가 보고되었다(Craig, 1996; Denegar, 1989). 또한 미세전류 신경근 자극 치료에 관한 연구에 대해서도 Kulig 등(1991)은 미세전류 신경근 자극과 빠른 속도의 운동법의 효과에 대해서 두 치료가 모두 효과가 없다고 보고하였으며, Rapaski 등(1991)은 미세전류 신경근자극이 지연성 근육통 이후

에 나타나는 혈액내의 크레아틴 키나제(creatine kinase) 성분이 상승하는 것을 감소시키는데 효과적이어서 지연성 근육통의 감소를 보인다고 하였다. 그러므로 본 연구에 대해서는 지연성 근육통에 대한 경피신경 자극기와 미세전류신경근 자극기의 효과를 알아보기 위하여 주관적인 통증과 관절가동범위의 변화를 알아봄으로써 두 치료의 효과를 비교해보고자 하였다.

본 연구에서는 지연성 근육통을 쉽게 유발하기 위해서 팔굽관절 굽힘근에 원심성운동을 실시하였으며, 각 대상자들의 최대 등척성 근력을 기준으로 운동에 적용할 무게를 결정하였다. 팔굽관절 굴곡근의 최대 등척성 근력은 수평식 굴완력 측정방법으로 어깨관절과 팔굽관절을 직각으로 굴곡한 자세에서 측정되었다(김기학, 1994). 지연성 근육통을 유발하기 위해 최대 등척성 근력의 50% 무게를 적용하여 팔굽관절의 선택적인 원심성 운동만이 발생하도록 조작하였다. 김종태(1994)의 연구에서는 최대 등척성 근력의 70% 무게를 적용하여 원심성 운동을 반복적으로 실시하였으나, 지연성 근육통을 유발하지 못하였다. 본 연구와 상반된 이러한 연구결과는 지연성 근육통을 유발하기 위한 운동의 총 실시 횟수가 본 연구보다 적게 적용되었기 때문으로 사료된다.

남기석 등(1997)은 지연성 근육통을 보이는 대상자들을 각각 저주파 경피신경 자극군(7 Hz), 고주파 경피신경 자극군(110 Hz), 대조군의 세 집단을 무작위 배치하여 실험연구하였다. 그 결과 각각의 집단내에서 시간경과에 따른 주관적인 통증에 있어서는 유의한 차이를 보였으나 관절가동범위에 있어서는 저주파 경피신경 자극군(7 Hz)에서는 지연성 근육통이 발생한 24시간과 48시간 후의 휴식 시 관절가동범위, 48시간 후의 굴곡 시 관절가동범위, 그리고 48시간 후의 신전 시 관절가동범위에서 효과가 있었고, 고주파 경피신경 자극군(110 Hz)에서는 24시간과 48시간 후의 굴곡 시 관절가동범위에서 효과가 있다고 보고하였다. 또한 Craig 등(1996)의 지연성 근육통에 대한 경피신경 자극군의 실험에서는 저주파 경피신경 자극치료(7 Hz)를 적용하였을 때 주관적인 통증과 관절가동범위에 있어 효과가 없다고 보고하였다. 본 연구에서는 시간 경과에 따른 경피신경 전기자극군내의 변화는 운동 전과 24시간 후, 운동 전과 48시간 후의 비교에서 휴식 시 관절가동범위, 굴곡 시 관절가동범위, 신전 시 관절가동범위, 그리고 통증에서 유의한 차이를 보였으나, 24시간 후와 48시간 후의 관절가동범위와 통증의 비교에서는 유의한 차이가 없었다. 또한 시간대별 치료 전과 후의 비교에서는 24시간 후 휴식 시 관절가동범위에서 유의한 차이를 보였으며, 48시간 후에는 휴식 시 관절가동범위, 굴곡 시 관절가동범위, 신전 시 관절가동범위, 그리고 통증에서 유의한 차이를 보였다.

한편, Weber 등(1994)은 지연성 근육통에 대한 미세전류 신경근자극의 자극강도를 30  $\mu$ A로 적용하여 치료효과를 연구한 결과 시간에 따른 치료효과는 없었다고 보고하였으나, Kulig 등(1991)은 미세전류 신경근 자극의 자극강도를 100  $\mu$ A과 40  $\mu$ A으로 달리하여 연구한 결과 100  $\mu$ A으로 적용한 그룹에서가 40  $\mu$ A으로 적용한 그룹보다 지연성 근육통을 치료하는데 효과적이었다고 보고하였다. 이것은 지연성 근육통을 감소시키는데 있어서 자극

강도를 40  $\mu$ A보다 크게 적용하는 것이 치료에 효과적임을 나타낸다. 본 연구에서는 자극강도를 60  $\mu$ A로 적용하여 연구한 결과 운동 전과 24시간 후, 운동 전과 48시간 후의 비교에서 굴곡 시 관절가동범위를 제외한 휴식 시 관절가동범위와 신전 시 관절가동범위, 통증에서 유의한 차이를 보였다. 또한 시간대별 치료 전·후의 비교에서는 48시간 후 휴식 시 관절가동범위에서 유의한 차이를 보였다. 위 연구와 본 연구를 비교하였을 때, 그 결과에서 차이를 보이는 것은 본 연구의 지연성 근육통 유발을 위한 운동방법과 횡수의 차이 및 적용한 경피신경 자극치료기와 미세전류 신경근 자극기의 강도와 파형 등의 차이 때문일 것으로 사료된다.

본 연구는 건강한 남자 27명을 대상으로 경피신경 전기자극치료기와 미세전류 신경근 자극기를 연구자가 임의로 선정하여 적용하였다. 연구의 오차를 줄이기 위해 대상자를 남성으로만 하였다. 그러나 연구 대상자의 수가 적다는 점이 제한점이 된다. 또한 지연성 근육통에 대한 가장 효과적인 경피신경 전기 자극기와 미세전류 신경근 자극기의 방법(mode) 및 패드의 부착 위치에 대한 연구가 이루어져야 하며 이와 함께 성별에 따른 그 양상의 특징과 치료 효과에 따른 후속적인 연구가 있어야 할 것이다.

## V. 결론

본 연구에서는 실험적으로 유발된 지연성 근육통에 경피신경 자극치료(7 Hz)와 미세전류 신경근 자극치료(60  $\mu$ A, .03 pps)적용한 후 관절가동범위와 통증의 변화를 알아보았다. 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 지연성 근육통에 대한 경피신경 전기 자극군의 시간대별 치료 전·후의 비교에서는 24시간 후 휴식 시 관절가동범위에서 유의한 차이를 보였으며, 48시간 후에는 휴식 시 관절가동범위, 굴곡 시 관절가동범위, 신

전 시 관절가동범위, 그리고 통증에서 유의한 차이를 보였다. 한편, 미세전류 신경근 자극군의 시간대별 치료전과 후의 비교에서는 48시간 후 휴식 시 관절가동범위, 굴곡 시 관절가동범위, 통증에서 유의한 차이를 보였다. 따라서, 자연성 근육통에 대한 각 실험군의 경피신경 전기자극기와 미세전류 신경근 자극기의 치료 전과 후에는 통증과 관절가동범위에 있어서 유의한 차이가 있었다. 둘째, 자연성 근육통에 대한 경피신경 전기자극군과 미세전류 신경근 자극군의 치료 효과 비교시에는 유의한 차이가 없었다.

### 인용문헌

김기학. 체육측정평가. 형성출판사, 1994:339-343.  
김종태. 원심성 근육수축의 생리적 변화. 보건의과학회. 1994;4:1-5.  
남기석, 이윤주, 김종만. 자연성 근육통에 대한 경피신경자극의 효과. 한국전문물리치료학회지. 1997;4(3):70-83.  
이충휘. 경피적 전기신경자극이 동통 역치에 미치는 영향. 대한물리치료사협회지. 1987; 8:29-37.  
Abraham WM. Factors in delayed muscle soreness. J Orthop Sports Phys Ther. 1977;9:11-20.  
Amstrong RB. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness. Med Sci Sports Exerc. 1986;16:529-538.  
Barker AT, Jaffe LF, Vanable JW. The glabrous epidermis of cavies contains a powerful battery. Am J Physiol. 1982;242:358-366.  
Carley HI, Wanapel SF. Electrotherapy for acceleration of wound healing: Low intensity direct current. Arch Phys Med Rehabil. 1985;66:443-446.  
Cheng N. The effect of electric current on

ATP generation protein synthesis and membrane transport in skin. Clin Orthop. 1982;171:264-272.  
Cicccone CD, Leggin BG, Callamaro JJ. Effects of ultrasound and trolamine salicylate phonophoresis on delayed onset muscle soreness. Phys Ther. 1991;71:666-678.  
Cleak MJ, Eston RG. Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. Br J Sports Med. 1992;26(4):267-272.  
Craig JA, Cunningham MB, Walsh DM, et al. Lack of effect of transcutaneous electrical nerve stimulation upon experimentally induced delayed onset muscle soreness in human. Pain. 1996;67:285-289.  
Denegar CR, Perrin DH, Rogol AD, et al. Influence of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, range of motion and serum cortisol concentration in females experiencing delayed onset muscle soreness. J Orthop Sports Phys Ther. 1989;11:100-103.  
Gault W, Gatens P. Use of low intensity direct current in management of ischemic skin ulcers. Phys Ther. 1976;56:265-269.  
George A. Principle and Practice of Physiological Acupuncture. Warren H Green Inc, 1982:37.  
Illingworth CM, Barker AT. Measurement of electrical currents emerging during the regeneration of amputated finger tips in children. Clin Phys Physiol. 1980;1:87-89.  
Kisner C, Colby LA. Therapeutic Exercise. 3rd ed. Philadelphia, FA Davis Co. 1996:63-65.  
Kulig K, DeYoung L, Maurer C, et al.

- Comparison of the effects of high-velocity exercise and microcurrent neuromuscular stimulation on delayed onset muscle soreness. *Phys Ther.* 1991;71(6):S115.
- Merskey H. Pain terms: A list with definitions and notes on usage. *Pain.* 1979;6:249.
- Macintyre DL, Reid WD, Lyster DM, et al. Presence of WBC, decreased strength, and delayed soreness in muscle after eccentric exercise. *J Appl Physiol.* 1996;80(3):1006-1013.
- Mountcastle VB. Pain and temperature sensitivities. *Med Physiol.* 1980;1:391-427.
- Nessler JP, Mass DP. Direct current electrical stimulation of tendon healing in vitro. *Clin Orthop.* 1985;217:303.
- Newman D. The consequences of eccentric contraction and their relationships to delayed onset muscle pain. *Eur J Appl Physiol.* 1998;57:353-359.
- Picaza JA, Cannon BW, Hunter SE, et al. Pain suppression by peripheral nerve stimulation. *Surg Neurol.* 1975;4:105.
- Rapaski D, Isles S, Kulig K, et al. Micro-current electrical stimulation: Comparison of two protocols in reducing delayed onset muscle soreness. *Phys Ther.* 1991; 71(6):S116.
- Smith LL. Acute inflammation: The underlying mechanism in delayed onset muscle soreness. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(5):542-551.
- Weber MD, Servedio FI, Woodall WR. The effects of three modalities on delayed onset muscle soreness. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20(5):236-241.