

## 지연성 근육통(delayed onset muscle soreness)에 대한 경피신경자극(transcutaneous electrical nerve stimulation)의 효과

남기석, 이윤주  
연세대학교 대학원 재활학과 물리치료전공  
김종만  
서남대학교 보건과학부 재활학과

### Abstract

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

**Nam Ki-seok, B.Sc., R.P.T.**

**Lee Yun-ju, B.H.Sc., R.P.T.**

Dept. of Rehabilitation Theray, The Gradute School, Yonsei University

**Kim Jong-man, M.P.H., R.P.T., O.T.R.**

Dept. of Rehabilitation, Division of Health Science, Seonam University

The purpose of this study was to determine the effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on delayed onset muscle soreness (DOMS). Twenty males performed eccentric exercise of the elbow flexor. Subjects were randomly assigned to one of three groups: 1) a group ( $n_1=7$ ) that received low frequency TENS (7 Hz), 2) a group ( $n_2=7$ ) that received high frequency TENS (500 Hz), 3) a control group ( $n_3=6$ ) that received no treatment. DOMS was induced in a standardised fashion in the non-dominant elbow flexor of all subjects by repeated eccentric exercise. Treatments were applied immediately following exercise and again at 24 hours and at 48 hours after. Subjects attended on three consecutive days for treatment and measurement of elbow flexion, extension and resting angle(universal goniometer), and pain (Visual Analogue Scale; VAS) on a daily basis. Measurements were taken after treatment. Analysis of results using repeated measures analysis of variance (ANOVA) and post hoc tests were as follows: 1) there were between groups differences in pain value at 48 hours after ( $p<0.05$ ), 2) one-way ANOVA with repeated measurement for pain, resting angle, flexion angle and extension angle revealed significant differences within low frequency TENS group, 3) one-way ANOVA with repeated measurement for flexion angle revealed significant difference within high frequency TENS group.

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

## I. 서론

격렬하거나 익숙하지 못한 운동 또는 근육의 과도한 사용후에 발생하는 지연성 근육통(delayed onset muscle soreness; DOMS)은 근육통과 일시적인 뻣뻣함이 운동후 약 24-48시간대에서 최고조에 달하는 특징이 있으며(Kisner와 Colby, 1996; Tiidus, 1990), 근강도의 약화와 관절가동범위의 제한 및 부종을 보이는 것으로 알려져 있다(Cleak과 Eston, 1992). 운동후 약 5-7일간 지속되는 이러한 감각은 근복과 근건 연결부위(musculotendinous junction)의 전체에서 감지되지만 특히 확장성 근육통과 연관된 신경섬유인 비수초성 IV수입 신경원이 집중된 근건 연결부위에서 확실하게 나타나는 것으로 보고되었다(Albert, 1991; Tiidus, 1990).

지연성 근육통의 원인에 대한 많은 연구가 지속되고 있으나 아직까지 밝혀지지 않은 부분이 많다. 초기 이론 중의 하나로써 대사성 산물 축적이론은 스칸디나비아의 연구자들이 주장한 이론으로, 운동후 근육에 젖산이 축적됨으로서 지연성 뿐만 아니라 운동 직후의 근육통(soreness)이 발생한다고 제안하였다. 이 이론은 골격근과 혈액에서 모든 젖산을 제거하는 데에는 단지 1시간 정도의 휴식이면 충분하다는 연구들에 의해서 부정되었다(Albert, 1991).

Abraham(1977)은 근전도 검사와 혈액 및 뇨검사를 통하여 지연성 근육통의 원인은 근육 결합조직의 파열과 연관된다고 하였다. Smith(1991)는 염증시에 나타나는 통증, 부종, 기능상실 등의 증상과 혈액검사에 나타나는 대식세포 등의 증거를 들어 지연성 근육통이 급성 염증반응과 관련이 있다고 하였다.

지연성 근육통의 예방과 치료방법은 아직까지 미약한 상태이다. 다소의 비활동 기간후에 운동을 시작할 때 지연성 근육통을 예방하는 것은 매우 어렵다. 예방의 효과적인 방법은 운동훈련을 수일간 실시하는 것이다. 일

반적으로 임상가들은 지연성 근육통 증상의 정도는 운동프로그램의 강도와 기간을 점차로 증가시키거나, 저강도의 준비운동(warm-up)과 정리운동(cool-down)을 수행하거나, 운동전후에 근육을 가볍게 신장시킴으로서 감소시킬수 있다고 생각한다. 이러한 예방기법들이 많이 사용되고 있지만 실제적인 효과에 대한 연구들은 미약한 상태이다(Albert, 1991).

지연성 근육통을 치료하기 위하여 전기치료기기를 이용하거나 신장성 운동법 및 빠른 속도의 운동법을 적용한 연구들이 있다(Ciccone 등, 1991; Craig 등, 1996; Denegar 등, 1989; Kulig 등, 1991; Rapaski 등, 1991; Smith 등, 1993; Weber 등, 1994; Wolcot 등, 1991). Rapaski 등(1991)은 미세전류 신경근자극(microcurrent electrical neuromuscular stimulation)의 적용이 지연성 근육통 이후에 나타나는 혈액내의 크레아틴 키나제(creatine kinase) 성분의 상승을 방지하는데 효과적이라고 하였다. Wolcot 등(1991)은 지연성 근육통에 대한 고전압 맥동전류(high voltage pulsed galvanic current)와 미세전류 신경근자극의 효과를 비교한 연구에서 고전압 맥동전류를 가시속이 일어나기 직전 강도(submotor level)로 적용하였을 때 효과적이었다고 보고하였다. Kulig 등(1991)은 지연성 근육통에 대한 빠른 속도의 운동법과 미세전류 신경근자극의 효과에 관한 연구에서 두 치료법 모두가 비효과적이었다고 보고하였다. Ciccone 등(1991)은 trolamine salicylate를 이용한 초음파영동치료(phonophoresis)가 순수한 초음파 치료에 비해 효과적이라고 하였다.

지연성 근육통에 대한 경피신경자극치료의 효과에 대한 연구는 다른 전기치료 방법에 비하여 미약한 상태이며, 그 효과 또한 명확하게 밝혀지지 않았다. Denegar 등(1989)은 저주파의 경피신경자극치료를 지연성 근육통을 보인 팔굽관절 굴곡근에 적용하여 주관적인 통증의 감지 정도와 관절가동범위 중에서 신전범위에서 유의한 효과를 보였다고 보고

하였다. Craig 등(1996)은 저주파와 고주파 경피신경자극치료를 적용하였을 때, 대조군에 비하여 고주파 경피신경 자극기를 적용한 집단에서 휴식기와 굴곡 관절가동범위에서 유의한 효과를 보였으나, 주관적인 통증의 감지에는 효과가 없었다고 하였다.

본 연구의 목적은 원심성 운동에 따른 지연성 근육통에 대한 경피신경 자극기의 효과를 검증하기 위하여 저주파수 (7 Hz)와 고주파수 (500 Hz)의 경피신경 자극기를 적용하여 주관적인 통증과 관절가동범위의 변화를 알아보고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상 및 연구기간

본 연구의 대상은 연세대학교 재활학과에 재학중인 건강한 성인 남자 20명으로 대상자의 선택기준은 다음과 같다.

첫째, 상지의 운동을 제한하는 질환이나 그로 인한 수술을 받은 경험이 없는 자

둘째, 실험전 일주일 동안 운동으로 인한 비우세성 상지의 근육통을 경험하지 않은 자  
셋째, 정기적인 무게 훈련(weight training)을 하고 있지 않는 자

위의 선택기준을 만족하는 대상자 중 연구의 목적을 이해하고 참여하겠다고 지원한 사람들을 대상으로 하였다.

대상자의 특성은 표 1과 같고, 연구기간은 1997년 11월 3일부터 11월 15일까지 이었다.

### 2. 실험도구

지연성 근육통을 유발하기 위한 운동에 적용할 무게를 결정하기 위해서 근력계(dynamometer)를 이용하였고, N-K table을 이용하여 팔굽관절의 원심성 운동을 실시하였다. 지연성 근육통을 치료하기 위한 도구로써 경피신경 전기자극기를 사용하였고, 통증의 정도를 측정하기 위한 도구로써 시각 통증 척도(Visual Analogue Scale; VAS)를 사용하였다. 관절가동범위의 측정은 관절각도계(universal goniometer)를 사용하였다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

(N=20)

	나이(세)			키(cm)			몸무게(kg)		
	평균	±	표준편차	평균	±	표준편차	평균	±	표준편차
저주파 경피신경 전기자극군 (n <sub>1</sub> =7)	23.43	±	2.07	174.64	±	3.59	6414	±	4.02
고주파 경피신경 전기자극군 (n <sub>2</sub> =7)	23.43	±	1.99	170.57	±	8.73	6771	±	8.73
대조군 (n <sub>3</sub> =6)	24.00	±	0.00	173.67	±	3.99	63.83	±	4.49

### 3. 실험방법

본 연구에서는 남자 20명을 3개의 표본집단에 무작위로 배치하였다. 각 집단은 저주파 경피신경 전기자극기로 적용한 실험군 1과 고주파 경피신경 전기자극기로 적용한 실험군 2 그리고 대조군으로 구성되었다.

각 대상자들에게 공 던지기, 글씨쓰기, 식사하기, 가위질하기, 테니스나 탁구 라켓 잡기를 어느쪽으로 하는지를 질문하여 많이 사용하는 쪽을 우세성으로 결정하였고, 연구대상으로는 비우세성 상지의 팔굽힘근을 선택하였다.

치료전 각 집단의 대상자들의 휴식시 관절가동범위, 굴곡시 관절가동범위, 신전시 관절가동범위 그리고 통증의 정도를 측정하였다. 관절가동범위의 측정은 관절각도계를 이용하여 휴식시 범위, 굴곡범위, 신전범위를 각각 2회 측정하여 그 평균값을 자료로 사용하였다. 통증의 측정은 시각 통증 척도를 이용하였다.

모든 대상자들은 짧은 티셔츠의 실험복을 착용하고 팔굽관절의 운동에 지장을 줄 수 있는 착용물은 제거하였다. 실험을 시작하기 전에 약 5분간의 휴식을 취한 후, 자연성 근육통을 유발하기 위한 운동에 적용할 무게를 결정하기 위하여 근력계(dynamometer)를 이용하여 팔굽관절 굴곡근의 최대 등척성 근력(maximal isometric voluntary contraction)을 측정하였다. 측정을 위한 자세는 어깨높이의 책상에 비우세성 상지를 올려 놓은 상태에서 어깨관절과 팔굽관절을 직각으로 굴곡한 자세였다. 최대 등척성 근력은 손목에 커프(cuff)를 감고 근력계(dynamometer)에 연결된 선을 당길 때 나타내는 수치로 하였으며, 3회 측정하여 그 평균값의 30-40%를 자연성 근육통 유발을 위한 운동에 적용하였다.

자연성 근육통의 유발을 위한 운동은 N-K table의 측면에 위치한 의자에 앉은 자세에서 각각의 대상자에게 최대 등척성 근력으로 계산된 무게를 적용하였다. 대상자는 팔굽관절

을 약 120° 굴곡한 자세에서 원심성 운동을 실시하였다. 팔굽관절 굴곡근의 원심성 운동을 위하여 측정자가 120° 굴곡한 자세까지 무게를 올려주어서 대상자의 구심성 운동을 방지하였다. 팔굽관절 굴곡근의 원심성 운동은 1회에 약 5초가 소요되도록 지시하고, 이때 팔굽관절 굴곡근의 선택적인 원심성 운동을 위하여 체간의 정렬선이 유지되도록 매 운동시마다 피험자에게 주지시켰다. 이러한 운동을 5회를 1단위(bout)로 하여 6단위(bout) (총 30회)를 실시하였으며 각 단위(bout)간의 휴식시간은 30초로 하였다.

실험군 1은 저주파 경피신경 전기자극기(7Hz)로 15분간 적용을 하였고 실험군 2는 고주파 경피신경 전기자극기(500Hz)로 15분간 적용을 하였으며, 대조군은 10분 동안의 휴식만을 취하게 하였다.

실험군 1은 저주파 경피신경 전기자극기(7 Hz)를 실험군 2는 고주파 경피신경 전기자극기(500 Hz)를 24시간 후와 48시간 후에 각각 적용하고 난 후 통증, 휴식시 관절가동범위, 굴곡시 관절가동범위, 신전시 관절가동범위를 측정하고, 대조군은 치료없이 24시간후, 48시간후에 통증, 휴식시 관절가동범위, 굴곡시 관절가동범위, 신전시 관절가동범위를 측정하였다.

### 4. 분석방법

결과의 분석은 통증, 관절가동범위에 대한 측정값들을 부호화하여 SAS(Statistical Analysis System)를 사용하였다. 각 집단내의 운동전, 24시간 후, 48시간 후에 측정된 통증, 휴식시 관절가동범위, 굴곡시 관절가동범위, 신전시 관절가동범위의 차이를 알아보기 위해 반복 측정에 의한 일요인 분산분석(one-way repeated ANOVA)을 사용하였다. 각 집단간의 시간대별 차이를 알아보기 위해서 다중 비교 방법 중 Bonferroni의 방법을 적용하였다.

세 집단간의 운동전, 24시간 후, 48시간

후에 측정된 통증, 휴식시 관절가동범위, 굴곡시 관절가동범위, 신전시 관절가동범위의 차이를 알아보기 위해 분산분석(ANOVA)을 사용하였고, 사후검정으로는 Scheffe를 사용하였다. 통계학적인 유의성을 검증하기 위해서 유의수준  $\alpha=0.05$ 로 정하였다.

1) 실험군 1의 시간 경과에 따른 통증과 관절가동범위의 변화

저주파 경피신경 자극치료를 적용한 실험군 1은 운동직전, 24시간 후, 48시간 후의 주관적 통증, 휴식시 관절가동범위, 굴곡시 관절가동범위 그리고 신전시 관절가동범위에 모두 유의한 차이가 있었다(표 2).

### III. 결과

#### 1. 각 집단내의 통증과 관절가동범위의 차이

가. 각 집단내의 시간 경과에 따른 통증과 관절가동범위의 변화

표 2. 실험군 1의 시간 경과에 따른 통증과 관절가동범위의 변화

	평균 ± 표준편차	F-값	Prob.
통증(mm)		1.47	0.00*
직전	0		
24시간 후	33.21 ± 19.23		
48시간 후	34.96 ± 22.32		
휴식시 관절가동범위(°)		4.11	0.04*
직전	15.58 ± 3.14		
24시간 후	24.36 ± 9.66		
48시간 후	21.21 ± 9.48		
굴곡시 관절가동범위(°)		8.72	0.01*
직전	139.39 ± 4.75		
24시간 후	128.93 ± 5.01		
48시간 후	132.71 ± 5.82		
신전시 관절가동범위(°)		5.26	0.00*
직전	-1.12 ± 4.72		
24시간 후	4.29 ± 4.91		
48시간 후	3.32 ± 7.80		

\*  $p < 0.05$

2) 실험군 2의 시간 경과에 따른 통증과 관절가동범위의 변화  
고주파 경피신경 자극치료를 적용한 실험군 2는 운동직전, 24시간 후, 48시간 후의 주관적 통증, 휴식시 관절가동범위, 굴곡시 관절가동범위 그리고 신전시 관절가동범위에 모두 유의한 차이가 있었다.

표 3. 실험군 2의 시간 경과에 따른 통증과 관절가동범위의 변화

	평균 ± 표준편차	F 값	Prob.
통증(mm)		14.75	0.00*
직전	0		
24시간 후	39.86 ± 23.21		
48시간 후	32.11 ± 23.65		
휴식시 관절가동범위(°)		6.08	0.02*
직전	14.14 ± 2.14		
24시간 후	22.09 ± 9.35		
48시간 후	20.21 ± 5.85		
굴곡시 관절가동범위(°)		5.41	0.02*
직전	135.86 ± 6.68		
24시간 후	129.64 ± 7.75		
48시간 후	129.58 ± 7.80		
신전시 관절가동범위(°)		11.34	0.00*
직전	-2.79 ± 6.49		
24시간 후	3.97 ± 7.94		
48시간 후	1.55 ± 4.34		

\* p < 0.05

3) 대조군의 시간 경과에 따른 통증과 관절 시 관절가동범위에는 유의한 차이가 있었으나, 신전시 관절가동범위에는 유의한 차이가 없었다(표 4).  
대조군은 운동직전, 24시간 후, 48시간 후  
의 주관적 통증, 휴식시 관절가동범위, 굴곡

표 4. 대조군의 시간 경과에 따른 통증과 관절가동범위의 변화

	평균 ± 표준편차	F-값	Prob.
통증(mm)		138.48	0.01 <sup>*</sup>
직전	0		
24시간 후	54.83 ± 10.12		
48시간 후	67.60 ± 9.56		
휴식시 관절가동범위(°)		17.15	0.00 <sup>*</sup>
직전	16.00 ± 2.77		
24시간 후	26.75 ± 5.13		
48시간 후	25.75 ± 2.81		
굴곡시 관절가동범위(°)		11.06	0.00 <sup>*</sup>
직전	140.75 ± 4.25		
24시간 후	128.75 ± 9.30		
48시간 후	129.58 ± 7.80		
신전시 관절가동범위(°)		3.33	0.080
직전	-8.30 ± 7.12		
24시간 후	5.83 ± 8.23		
48시간 후	8.08 ± 9.00		

\*p < 0.05

나. 각 집단내 통증과 관절가동범위의 운동 전과 24시간 후, 운동전과 48시간 후의 비교

각 집단의 통증과 관절가동범위를 운동전과 24시간 후, 운동전과 48시간 후로 비교하였다. 통증은 세 집단내에서 모두 유의한 차이를 보였다. 휴식시 관절가동범위는 실험군 2에서 운동전과 48시간 후의 비교에서 유의한 차이를 보였으며, 대조군에서는 운동전과 24시간 후 및 48시간 후에서 유의한 차이를

보였다. 굴곡시 관절가동범위는 실험군 1의 운동전과 48시간 후의 비교에서 유의한 차이를 보였으며, 대조군에서는 운동전과 24시간 후 및 48시간 후에서 유의한 차이를 보였다. 신전시 관절가동범위는 실험군 1의 운동전과 24시간 후의 비교에서 유의한 차이를 보였으며, 실험군 2에서는 운동전과 24시간 후 및 48시간 후의 비교에서 유의한 차이가 있었다 (표 5).

표 5. 각 집단내 통증과 관절가동범위의 운동전과 24시간 후, 운동전과 48시간 후의 비교

		24시간 후		48시간 후	
		F 값	Prob.	F 값	Prob.
통증(mm)	저주파 경피신경 전기자극군	20.88	0.01*	17.16	0.01*
	고주파 경피신경 전기자극군	20.64	0.01*	10.97	0.03
	대조군	175.89	0.00*	300.12	0.00*
휴식시 관절가동범위 (°)	저주파 경피신경 전기자극군	5.71	0.11	2.20	0.38
	고주파 경피신경 전기자극군	6.71	0.08	11.58	0.03
	대조군	18.80	0.02*	59.57	0.00*
굴곡시 관절가동범위 (°)	저주파 경피신경 전기자극군	15.87	0.01*	3.96	0.19
	고주파 경피신경 전기자극군	7.85	0.06	4.37	0.16
	대조군	14.03	0.03	11.57	0.04*
신전시 관절가동범위 (°)	저주파 경피신경 전기자극군	13.03	0.02*	3.49	0.22
	고주파 경피신경 전기자극군	35.90	0.00*	10.10	0.04
	대조군	2.83	0.31	4.35	0.18

\* p < 0.05



**2. 세 집단간의 통증과 관절가동범위 변화량 비교**

1) 세 집단간의 통증의 변화량 비교

세 집단간의 24시간 후 통증 변화량은 유

의한 차이를 나타내지 않았으나(표 6), 48시간 후 통증 변화량은 유의한 차이가 있었다(표 7).

**표 6.** 세 집단간의 24시간 후 통증 변화량의 차이

	평방합	자유도	평방평균	F 값	Prob.
집단내	1560.62	2	780.31	2.22	0.14
집단간	5963.62	17	350.80		

**표 7.** 세 집단간의 48시간 후 통증 변화량의 차이

	평방합	자유도	평방평균	F 값	Prob.
집단내	4901.86	2	2450.93	5.63	0.01*
집단간	7394.99	17	434.99		

\* p<0.05

어느 집단 사이에서 유의한 차이가 있었는지 알아보기 위해 Scheffe 방법으로 세 집단을 비교하였을 때 실험군 1과 대조군, 실험군 2와 대조군에서 유의한 차이가 있었다(p<0.05).

2) 세 집단간의 휴식시 관절가동범위 변화량의 차이

세 집단간의 휴식시 관절가동범위는 운동전, 24시간 후 그리고 48시간 후 모두에서 유의한 차이를 나타내지 않았다(표 8, 표 9, 표 10).

**표 8.** 세 집단간의 운동전 휴식시 관절가동범위 차이

	평방합	자유도	평방평균	F 값	Prob.
집단내	12.63	2	6.31	0.87	0.44
집단간	124.07	17	7.29		

표 9. 세 집단간의 24시간 후 휴식시 관절가동범위 차이

	평방합	자유도	평방평균	F 값	Prob.
집단내	70.35	2	35.18	0.49	0.62
집단간	1215.34	17	71.49		

표 10. 세 집단간의 48시간 후 휴식시 관절가동범위 차이

	평방합	자유도	평방평균	F 값	Prob.
집단내	110.10	2	55.05	1.19	0.33
집단간	784.26	17	46.13		

3) 세 집단간의 굴곡시 관절가동범위 변화 전, 24시간 후 그리고 48시간 후 모두에서 유의량의 차이 나타내지 않았다(표 11, 표 12, 세 집단간의 굴곡시 관절가동범위는 운동 표 13).

표 11. 세 집단간의 운동전 굴곡시 관절가동범위 차이

	평방합	자유도	평방평균	F 값	Prob.
집단내	90.27	2	45.13	1.54	0.24
집단간	498.29	17	29.31		

표 12. 세 집단간의 24시간 후 굴곡시 관절가동범위 차이

	평방합	자유도	평방평균	F 값	Prob.
집단내	2.99	2	1.49	0.03	0.97
집단간	943.45	17	55.49		

표 13. 세 집단간의 48시간 후 굴곡시 관절가동범위 차이

	평방합	자유도	평방평균	F 값	Prob.
집단내	33.96	2	16.98	0.36	0.71
집단간	808.82	17	47.58		

4) 각 집단내의 신전시 관절가동범위 차이 24시간 후 그리고 48시간 후 모두에서 유의한 세 집단간의 신전시 관절가동범위는 운동전, 차이를 나타내지 않았다(표 14, 표 15, 표 16).

표 14. 세 집단간의 운동전 신전시 관절가동범위 차이

	평방합	자유도	평방평균	F 값	Prob.
집단내	24.44	2	12.22	0.32	0.73
집단간	640.12	17	37.65		

표 15. 세 집단간의 24시간 후 신전시 관절가동범위 차이

	평방합	자유도	평방평균	F 값	Prob.
집단내	12.59	2	6.29	0.12	0.88
집단간	861.74	17	50.69		

표 16. 세 집단간의 48시간 후 신전시 관절가동범위 차이

	평방합	자유도	평방평균	F 값	Prob.
집단내	144.82	2	72.41	1.39	0.28
집단간	883.17	17	51.95		

#### IV. 고찰

지연성 근육통은 일상생활 속에서 과도하거나 익숙하지 못한 운동을 하였을 때 종종 나타나는 현상이다. 이러한 현상은 많은 사람들이 경험하게 되고, 지연성 근육통과 동반되는 근약화, 관절가동범위의 감소, 부종 및 일시적인 뻣뻣함의 증상으로 인해 일상생활의 제한을 받게 된다(Cleak과 Eston, 1992; Smith, 1991). 이러한 활동의 제한을 보이는 지연성 근육통은 다른 운동 형태보다 원심성 운동에서 많이 유발되는 것으로 보고되었다(Dean, 1988; Kisner와 Colby, 1996; Newman, 1988). 원심성 운동에 의한 지연성 근육통에 관한 연구는 많이 보고되었으나, 그 예방과 치료법은 현재까지 논란의 여지가 있다. 특히 경피신경 전기자극기를 이용한 전기 치료방법에 관한 연구는 다른 치료방법에 비해 미약한 상태이며, 상반된 연구결과가 보고되었다(Craig, 1996; Denegar, 1989). 그러므로 본 연구에서는 지연성 근육통에 대한 경피신경 자극기의 효과를 알아보기 위하여 주파수를 달리 적용하여 주관적인 통증과 관절가동범위의 변화를 살펴보았다.

본 연구에서는 지연성 근육통을 쉽게 유발하기 위해서 팔굽관절 굽힘근에 원심성 운동을 실시하였다. Denegar 등(1989)은 지연성 근육통을 유발시키는 운동으로 각 대상자에게 25 파운드(pound)의 동일한 무게를 적용하는 등 여러 연구마다 차이를 보이고 있다. 본 연구에서는 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 30-40% 무게를 적용하여 팔굽관절의 선택적인 원심성 운동만이 발생하도록 조작하였다. 김종태(1992)의 연구에서는 최대 등척성 근력의 70% 무게

를 적용하여 원심성 운동을 반복적으로 실시하였으나, 지연성 근육통을 유발하지 못했다. 본 연구와 상반된 이러한 연구결과는 지연성 근육통을 유발하기 위한 운동의 총 실시 횟수가 본 연구보다 적게 적용되었기 때문으로 사료된다.

각 집단은 지연성 근육통을 유발하기 위한 운동의 적용 후 24시간 후와 48시간 후에 실험군1(저주파 경피신경 자극군)과 실험군 2(고주파 경피신경 자극군)의 대상자들에게 각각 20분간의 경피신경 자극치료를 적용하였으며, 대조군은 특별한 처치를 가하지 않았다.

각 집단내에서 시간경과에 따른 통증, 휴식시 관절가동범위, 굴곡시 관절가동범위, 신전시 관절가동범위에서 대조군의 신전시 관절가동범위를 제외한 모든 변수에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 그리고 각 집단간의 동일한 시간대별 변화에서는 48시간 대에서의 통증에서만 실험군 1과 대조군, 실험군 2과 대조군에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. Craig 등(1996)은 지연성 근육통을 보이는 대상자들을 각각 저주파 경피신경 자극군 (7 Hz), 고주파 경피신경 자극군 (110 Hz), 대조군의 세 집단의 무작위 배치하여 실험 연구하였다. 그 결과 각각의 집단내에서 시간경과에 따른 통증의 변화가 통계학적으로 유의한 차이가 있다고 하였다. 각 집단간의 비교에서는 휴식시 관절가동범위와 굴곡시 관절가동범위가 고주파 경피신경 자극치료를 적용한 집단에서 유의한 차이가 있음을 보고하였다. Craig 등(1996)의 연구와 저자들의 연구결과를 비교하였을 때, 각 집단내에서의 시간 경과에 따른 통증과 신전시 관절가동범위는 본 연구와 동일한 결과를 나타내었지만, 집단간의 휴식시 관절가동범위와 굴곡시 관절가동범위의 변화 양상이 상반되는 결과를 나타내었다. 그 이유는 본 연구에서 지연성 근육통의 유발을 위한 운동방법과 횟수의 차이 및 적용한 경피신경 자극치료의

주파수가 다르기 때문일 것으로 사료된다. Denegar 등(1989)은 8명의 건강한 여성을 대상으로 지연성 근육통을 유발시켜 48시간 후에 저주파수의 경피신경자극치료를 적용하였다. 그 결과 신전시 관절가동범위와 주관적인 통증의 변화에서 치료전에 비하여 통계학적으로 유의한 차이가 있음을 보고하여 본 연구의 결과와 동일한 결과를 나타내었다.

Barr 등(1986)은 경피신경자극치료가 통증 지각에 미치는 영향에 관한 연구에서 여러 가지의 주파수(30 Hz, 60 Hz, 85 Hz)를 이용하여 적용하였을 때 그 결과가 주파수에 따라 상이하게 나타난다고 보고하였다. 60 Hz를 적용한 집단에서는 통증의 내성(tolerance)이 증가하는 반면 30 Hz와 85 Hz를 적용한 집단에서는 오히려 통증의 내성이 감소하는 양상을 보이는 결과를 나타내었다. 이러한 연구결과는 통증 유발 형태와 통증의 양상에 따라 적용해야 할 경피신경자극치료의 주파수가 선택적이어야 한다는 것을 의미한다.

본 연구는 건강한 남성 20명을 대상으로 연구자가 임의로 선정한 주파수의 경피신경자극치료를 적용하여 연구하였다. 연구의 결과를 일반화하기에는 대상자의 수가 작다는 점과 남성만을 대상으로 하였다는 점이 제한점이 된다. 따라서 지연성 근육통에 가장 효과적인 경피신경자극치료의 방법(mode)에 관한 연구와 함께 성별에 따른 그 양상의 특성에 관한 후속적인 연구가 있어야 할 것이다.

## V. 결론

원심성 운동에 따른 지연성 근육통에 저주파(7 Hz), 고주파(500 Hz)로 주파수를 달리하여 경피신경 자극기를 적용한 후 주관적인 통증과 관절가동범위의 변화를 알아보았다. 각 집단내의 주관적인 통증은 운동전과 24시간 후, 48시간 후에서 모두 유의한 차이를 보였으나, 세 집단간의 주관적인 통증은 48시간 이후

저주파 경피신경 자극군과 대조군, 고주파 경피신경 자극군과 대조군에서 유의한 차이를 나타냈다. 시간 경과에 따른 각 집단내의 변화는 저주파 경피신경 자극군에서 지연성 근육통이 발생한 24시간 후와 48시간 후의 휴식시 관절가동범위, 48시간 후의 굴곡시 관절가동범위 그리고 48시간 후의 신전시 관절가동범위에서 효과가 있었다. 시간 경과에 따른 각 집단내의 변화는 고주파 경피신경 자극군에서 지연성 근육통이 발생한 24시간 후와 48시간 후의 굴곡시 관절가동범위에서 효과적이었다.

## 인용문헌

- 김기학. 체육측정평가. 서울: 형설출판사, 1994:339-343.
- 김종태. 원심성 근육수축의 생리적 변화. 보건의과학회. 1994;4:1-5.
- Abraham WM. Exercise induced muscle soreness. Phys Sports Med. 1979;7:57-63.
- Abraham WM. Factors in delayed muscle soreness. J Orthop Sports Phys Ther. 1977;9:11-20.
- Albert M. Eccentric Muscle Training. In Sports and Orthopaedics. New York, Churchill Livingstone Inc., 1991:37-41.
- Armstrong RB. Mechanism of exercise-induced delayed onset muscular soreness: A brief review. Med Sci Sports Exerc. 1984;16:529-537.
- Barr JO, Nielsen DH, Soderberg GL. Transcutaneous electrical nerve stimulation characteristics for altering pain perception. Phys Ther. 1986;66(10):1515-1521.
- Cicccone CD, Leggin BG, Callamaro JJ. Effects of ultrasound and trolamine salicylate phonophoresis on delayed-onset muscle soreness. Phys Ther. 1991;71(9):6

- 66-678.
- Cleak MJ, Eston RG. Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. *Br J Sp 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.
- Hasson S, Barnes W, Hunter M, et al. The therapeutic effect of high speed voluntary muscle contractions on muscle soreness and muscle performance. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1989;10:499-512.
- Kaminski M, Boal R. An effect of ascorbic acid on delayed-onset muscle soreness. *Pain.* 1992;50:317-321.
- 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 exercises and microcurrent neuromuscular stimulation on delayed onset muscle soreness. *Phys Ther.* 1991;71(6):S115.
- Kulig K, Jarski R, Drewek E, et al. The effects of microcurrent stimulation on CPK and delayed onset muscle soreness. *Phys Ther.* 1991;71(6):S115.
- Leo KC, Dostal WF, Bossen DG, et al. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation characteristics on clinical pain. *Phys Ther.* 1986;66(2):200-205.
- Melzack R, Vetere P, Finch L. Transcutaneous electrical nerve stimulation for low back pain. *Phys Ther.* 1983;62(4):489-493.
- Newham DJ, Clarkson PM. Repeated high-force eccentric exercise: Effects on muscle pain and damage. *J Appl Physiol.* 1987;63:1382-1393.
- Newman D. The consequences of eccentric contraction and their relationships to delayed onset muscle pain. *Eur J Appl Physiol.* 1988;57:353-359.
- Rapaski D, Isles S, Kulig K, et al. Microcurrent 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.
- Smith LL, Brunetz MH, Chenier TC, et al. The effect of static and ballistic stretching on delayed onset muscle soreness and creatine kinase. *Res Q Exerc Sports.* 1993;64(1):103-107.
- Tiidus PM. Exercise and Muscle Soreness. In: Torg JS, Welsh RP, Shephard RJ. *Current Therapy in Sports Medicine-2*, Toronto, B.C. Decker Inc., 1990:88-92.
- Weber MD, Servedoi FI, Woodall WR. The effects of three modalities on delayed onset muscle soreness. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20(5):236-241.
- Wolcot C, Dudek D, Kulig K, et al. A comparison of the effect of high volt and microcurrent stimulation on delayed onset muscle soreness. *Phys Ther.* 1991;71(6):S116.