

TENS와 He-Ne Laser를 이용한 외이 자극이 지연성 근육통에 미치는 영향

박 장 성

(서남대학교 물리치료학과)

김 문 수

(서남대학교 의료공학과)

Effects of TENS and He-Ne Laser at Auricular Point on Delayed Onset Muscle Soreness

Park Jang-Sung, P.T., Ph.D.

(Dept. of Physical Therapy, Seonam University)

Kim Moon-Su, Ph.D.

(Dept. of Biomedical Engineering, Seonam University)

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of transcutaneous electrical nerve stimulation(TENS) and He-Ne laser at auricular point on delayed onset muscle soreness(DOMS). Twenty healthy adult males and females performed eccentric exercise of the elbow flexor. DOMS was induced in a standardised fashion in the nondominant elbow flexor of all subject by repeated eccentric exercise. Subject were assigned randomly to one of trees groups. Group 1 received TENS to the appropriate auricular point for biceps pain, Group 2

received laser to the appropriate auricular point for wrist pain, Group 3 received no treatment and served as controls. After exercise, treatments were applied at 24 hours and at 48 hours and at 72 hours after. Group 1 showed statically significant increase($p < 0.05$) in pain threshold after treatment whereas the Group 2 and 3 did not. Group 1 showed a significant increase in pain threshold than Group 2. These results suggest that TENS has the capability to higher pain threshold but laser does not.

Key Words: Transcutaneous electrical nerve stimulation(TENS); Delayed onset muscle soreness(DOMS); Laser; Auricular point.

1. 서론

지연성근육통(delayed onset muscle soreness; DOMS)은 익숙하지 않는 운동을 하거나 근육의 과사용으로 발생하는 현상으로 운동 후 24시간 안에 나타나며, 24~72시간 사이에 최고조에 도달하며, 근 활동의 감소, 부종, 관절가동범위의 제한 등을 초래하며, 통증을 동반하면서 5~7일까지 지속된다고 하였다(Armstrong, 1984; Craig 등, 1999). 근 활동 증가는 구조적 요소를 위한 신체적 손상을 일으키는 탄력 요소와 수축에서 긴장을 증가시키고, 증가된 신진대사로 조직에 중독성 물질 축적을 초래하고, 조직에 구조적 손상을 일으키는 근육온도 증가 또는 근육의 변화된 신경조절을 하는 통증성 경련을 유발한다고 하였다(Armstrong, 1984).

Melzack과 Wall(1965)은 통증감각 전도에 관한 관문조절설을 발표하여 경피신경전기자극의 사용에 대한 이론적 근거를 마련하였으며, 신경의 전달속도가 빠르고 직경이 큰 감

각섬유인 A β 섬유가 자극되면 이 자극은 척수 후각 회백질 내의 제 2·3층에 있는 교양질과 전달세포에 투사되는데 이때 관문역할을 하는 교양질 세포의 작용을 항진시켜 관문을 폐쇄시킴으로써 A δ 및 C섬유의 자극이 척수 입구에서 전 시냅스 억제를 받아 전달세포를 자극할 수 없게 되어 통증을 조절할 수 있다고 하였다. 또한 Craig 등(1996)은 지연성근육통이 있는 사람에게 고주파와 저주파 경피신경전기자극을 적용했을 때, 고주파 경피신경전기자극을 적용한 집단에서 굴곡과 휴식기 때 관절가동범위에 유의한 효과가 있었다고 보고하였다. 남기석 등(1997)은 지연성근육통에 대한 경피신경전기자극이 진통과 관절가동범위에 유의한 차이가 있었다고 보고하였다.

의학 분야에서 많이 사용하는 레이저는 출력 정도에 따라 고출력 레이저, 중간 출력 레이저 그리고 저출력 레이저로 크게 세 가지로 나눌 수 있으며, 이중 2~10 mW 정도의 낮은 출력을 가진 저출력 레이저가 통증의 완화에 주로 이용되고 있다고 하였다(노영철, 1989). 저출력 레이저의 종류들은 각각의 파

장에 따라 피부표면의 투과력의 차이를 보이므로 이를 이용해 침투력이 낮은 He-Ne 레이저는 피부상층의 병리학적 현상들을 치료하는데 이용되며, 상대적으로 침투력이 큰 IR 레이저는 피부조직 깊은 곳의 병리학적 현상, 예를 들면 통증치료에 이용되고 있다고 하였다(이태현 등, 1990). 또한 목과 허리에 통증을 가진 환자의 발통점에 최고 출력 0.95 mW의 저출력 He-Ne 레이저를 20초 동안 조사하여 위약집단보다 레이저 치료집단에서 통증이 감소하였고 보고하였다(Snyder-Mackler 등, 1989). 레이저가 생체에서 진통효과를 가진다고 하는 주장에는 몇몇의 가설이 있는데, 그 가운데 신경섬유 활성 억제, 신경 전달물질 분비의 변화, 특수한 조직에서 온도효과 또는 피부의 저항성 증가가 확실히 되고 있다고 하였다(King 등, 1990).

외이자극치료는 치료적 목적을 위하여 외이를 다양한 방법으로 자극하는 것을 말한다. 중국과 프랑스에서는 외이에서 나타난 모습의 거꾸로 있는 태아의 모습과 흡사하다는 견해로 인하여 외이치료를 침술에 이용하였다. 귀는 둘째, 셋째 경추 신경과 미주, 삼차, 안면신경 가지를 포함해 지배를 받으므로 풍부한 감각을 가진다. 귀에 대한 자극은 자극되어진 부위에 따라 신체의 각기 다른 부분에 선택적으로 영향을 미치게 된다. 최근에 통증완화와 관련된 임상적 성공은 외이 침점에서 TENS를 사용하여 피부 통증역치가 증가하였다는 보고가 있었다(Krause 등, 1987; Oliver 등, 1986). 외이 침점에 유해한 자극을 가하면 중추신경계 내에 β -엔돌핀이 방출되어서 통증경감의 효과가 있다고 보고한 바 있다(Abbate, 1980; Oleson과 Kroening, 1983).

따라서 본 연구에서는 지연성근육통에 경피신경전기자극과 He-Ne 레이저로 외이자극을 했을 때, 피부 통증역치와 관절가동범위의 변화를 알아보려고 실시하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상 및 기간

서남대학교에 재학 중인 20~30대 건강한 성인 20명을 대상으로 최근 비우세성 상지에 근육통을 경험한 자, 수술 받은 경험이 있는 자, 감각이상인 자, 심장질환이나 간질인 자, 감기에 걸린 자는 대상에서 제외하였다.

2. 연구도구

지연성 근육통을 유발시키기 위해서 Nicolas Manual Muscle Test(Model 01160, Lafayette Instrument Co., USA)를 이용하여 근력을 측정하여 무게를 결정하였고, N-K table을 이용하여 원심성 운동을 실시하였다. 외이에 자극하여 지연성근육통을 치료하기 위해 Transcutaneous electrical nerve stimulation(Model SONOTENS 501, Best Co., Korea)과 He-Ne Laser(Model TS1003A Tong Yang Medical Co, LTD.)를 사용하였고, 통증 정도를 측정하기 위해 시각통증척도(visual analogue scale; VAS)와 ENDOMED 581을 사용하였으며, 관절가동범위는 관절각도계(Universal goniometer)를 사용하여 측

정하였다.

3. 실험방법

실험 전 대상자 20명을 집단 1(TENS 군)과 집단 2(LASER 군)와 집단 3(대조군)으로 무작위로 배치하였다. 비우세성 상지를 가려내기 위해 대상자들에게 일상생활에서 많이 사용하는 손이 어느 쪽인지 질문하여 많이 사용하는 쪽을 우세손으로 결정하였다.

자연성 근육통을 유발시키기 전에 각 집단의 대상자들에 통증역치와 굴곡 시 관절가동범위, 신전 시 관절가동범위를 측정하였다. 통증역치를 알아보기 위해 비활성 전극을 일곱 번째 경추에 부착하였고, 활성전극은 상완이두근 원위부위에 부착 후 주파수는 100 Hz, 맥동기간은 5 ms로 초당 0.25 mA 강도로 증가시켰으며, 대상자가 바늘로 찌르는 듯한 통증을 느끼면 구두로 “그만” 이라고 외치도록 하여 그때를 통증역치로 정하고, 3번 측정된 후 평균값을 통증역치로 기록하였다. 관절가동범위는 관절각도계를 이용하여 2번 측정하여 평균값을 기록하였다.

자연성 근육통을 유발시키기 위해 운동에 적용할 무게를 결정하기 위해 Nicolas MMT를 책상 아래에 고정시킨 후 의자에 앉아서 주관절을 굴곡하여 굴곡근의 최대 등척성 근력을 측정하였으며, 3회 측정하여 그 평균값의 60%를 운동에 적용하였다.

자연성 근육통을 유발시키기 위한 운동은 N-K table에 앉은 자세에서 각 대상자들에게 계산된 무게를 적용하였다. 대상자는 주관절을 최대(약 120°)로 굴곡한 자세에서 원심성 운동을 실시하였고, 구심성 운동을 방지하기

위해서 굴곡자세까지는 무게를 대신 들어 올려 주었다. 주관절 원심성 운동 시 1회 약 8 초가 소요되도록 지시하였고, 매 운동마다 체간의 정렬을 유지하도록 지시하였다. 이 운동은 12회를 1단위로 3회 실시하였고, 1단위마다 30초씩 휴식시간을 주었다. 운동을 마치고 10분간 휴식을 취한 후 각 대상자들의 통증역치와 관절가동범위를 각각 측정하였다.

운동을 마친 24시간 후, 48시간 후, 72시간 후에 이침점 3곳(Shem-men, Biceps, Dermis)을 Group 1은 주파수 64 Hz의 TENS로 90초간 적용하였고, Group 2는 주파수 4 Hz, 평균 출력 8 mW의 He-Ne Laser로 30초간 적용하여, 각각 치료 전, 치료 직후, 치료 30분 후, 치료 60분 후에 통증역치와 관절가동범위를 측정하였다. Group 3은 치료 없이 치료 전, 치료 직후, 치료 30분 후, 치료 60분 후에 통증역치와 관절가동범위를 측정하였다.

4. 분석방법

각 집단내 시간 경과 따라 굴곡 시 관절가동범위, 신전 시 관절가동범위와 통증의 차이를 알아보기 위해 반복 측정된 일요인 분산분석(one-way repeated ANOVA)을 이용하였으며, 각 집단간의 시간대별 차이를 보기 위해 다중 비교 방법 중 Bonferroni의 방법을 이용하였다. 각 집단간의 시간 경과에 따른 굴곡 시 관절가동범위, 신전 시 관절가동범위와 통증의 차이를 알아보기 위해 분산분석(ANOVA)을 이용하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 정했다.

III. 결과

대상자는 20명의 건강한 성인이었으며, 대상자들의 평균 연령은 24.3±2.13세, 평균 신장은 169.5±10.05 cm, 평균 체중은 65.23±15.81 kg이었다(표 1).

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

표 1. 연구 대상자의 일반적인 특성 (n=20)

	TENS(n=7)	LASER(n=7)	대조군(n=6)
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차
나이(year)	24.3±1.60	23.7±1.70	25.0±3.10
키(cm)	169.1±11.04	168.7±12.33	170.3±7.22
몸무게(kg)	60.6±13.24	69.6±21.33	65.5±11.73

2. 시간 경과에 따른 통증과 관절가동범위의 변화

24시간 후, 48시간 후, 72시간 후의 통증역치 모두 유의한 차이가 있었으며(p<0.05), LASER를 적용한 군과 대조군에서는 차이가 없었다(표 2).

1) 각 집단의 시간 경과에 따른 통증의 변화

TENS를 적용한 군은 운동직전에 비하여

표 2. 시간 경과에 따른 통증의 변화 (단위; mA)

	TENS(n=7)	LASER(n=7)	대조군(n=6)
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차
직 전	11.86± 6.34	16.29± 5.09	17.00±11.90
24시간 후	21.14±16.39*	20.29±18.27	29.17±18.48
48시간 후	24.43±12.35*	16.29±10.89	24.00±11.61
72시간 후	24.29±10.32*	17.57± 8.94	28.83±11.29

*; p<0.05

2) 각 집단의 시간 경과에 따른 굴곡 시 관절가동 범위 변화

TENS를 적용한 군, LASER를 적용한 군

그리고 대조군 모두 운동직전에 비하여 24시간 후, 48시간 후, 72시간 후의 굴곡 시 관절가동범위는 모두 유의한 차이가 있었다

($p < 0.05$)(표 3).

표 3. 시간 경과에 따른 굴곡 시 관절가동범위의 변화 (단위; °)

	TENS(n=7)	LASER(n=7)	대조군(n=6)
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차
직 전	142.29±4.15	137.86±4.22	137.83±7.20
24시간 후	133.57±4.12*	132.00±4.55*	133.00±6.99*
48시간 후	136.14±4.06*	130.29±4.99*	132.83±5.08*
72시간 후	137.14±5.31*	133.00±4.00*	131.67±5.32*

*; $p < 0.05$

3) 각 집단의 시간 경과에 따른 신전 시 관절가동 범위 변화
대조군을 제외한 TENS를 적용한 군과 LASER를 적용한 군은 운동직전에 비하여 24

시간 후, 48시간 후, 72시간 후의 신전 시 관절가동범위는 모두 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$)(표 4).

표 4. 시간 경과에 따른 신전 시 관절가동범위의 변화 (단위; °)

	TENS(n=7)	LASER(n=7)	대조군(n=6)
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차
직 전	150.14±9.41	151.00±9.17	145.50±10.35
24시간 후	136.86±8.59*	136.29±6.50*	132.50±14.00
48시간 후	139.14±7.27*	134.86±6.20*	132.83± 9.20
72시간 후	141.29±6.13*	139.14±5.27*	131.33±10.42

*; $p < 0.05$

IV. 고찰

본 연구는 지연성근육통에 대해 경피신경 전기자극치료와 LASER 치료의 효과를 비교

하고자 건강한 성인 20명을 대상으로 TENS 군, He-Ne LASER 군, 그리고 대조군으로 나누어 실험하였다. Evans 등(1998)은 상완이두근 최대 근력의 60%와 80%의 두 집단으로 나누어 운동시킨 결과, 최대 근력의 60%에서

지연성근육통이 효과적으로 유발된다고 하였다. 그리고 Lein 등(1989)은 외이의 이침점에 저빈도-고강도의 침형 경피신경전기자극기를 사용함으로써 통증역치가 증가되었음을 보였다. 또한, 저출력 LASER는 상처와 골절 치유를 돕고, 통증완화의 효과가 있다. 따라서 본 연구에서는 최대 근력의 60%로 운동시켜 지연성근육통을 유발시킨 후, 침형 경피신경전기자극기와 저출력레이저를 사용하였다. 본 연구 결과, 대조군에 비하여 TENS군과 LASER군에서 통증역치는 유의한 차이가 있었으며, 또한 굴곡 시 관절가동범위, 신전 시 관절가동범위에 유의한 차이가 나타난 것은 정상적인 회복이 보이지 않은 것으로 사료된다. 따라서 관절가동범위에는 별다른 효과가 없음을 나타낸다.

심연주 등(1997)의 연구에서는 고빈도-저강도 경피신경전기자극기와 적외선 LASER를 이용하여 통증역치 변화를 보았다. 경피신경전기자극기의 형태와 적외선의 종류가 본 연구와 차이가 있었으나, 통증역치는 동일하게 증가하였다. Oliveri 등(1986)과 Noling 등(1988)은 손목에 적합한 이침점과 부적합한 이침점을 자극하여 비교한 결과, 적합한 이침점에 자극한 그룹에서 통증역치가 유의하게 증가하였다. 또한, Krause 등(1987)의 연구에서는 한쪽 귀에 자극하는 것과 양쪽 귀를 각 침점에 45초씩 자극하여 어떠한 방법이 더 효과적인지를 비교한 결과 두 가지 방법 모두 통증역치는 증가하였다. Lein 등(1989)의 연구에서는 이침점, 체침점 그리고 이침점과 체침점을 혼합한 그룹으로 나누어서 각 침점에 60초씩 자극한 결과 두 그룹 모두에서 통증역치가 증가하였지만, 집단간의 유의성은 없었

다. 본 연구에서는 각 침점에 TENS를 이용하여 90초씩 자극하여 이 연구들과 동일하게 통증역치가 증가하였다. 이와 같이 자극시간에는 차이가 있으나, 통증역치는 동일하게 증가하였다. 따라서 경피신경전기자극기의 형태와 자극시간에 상관없이 외이에 전기적인 자극을 하면 통증역치는 증가한다고 사료된다.

심연주 등(1997)의 연구에서는 적외선 Laser를 15초 동안 적용하였을 때 통증역치 변화량은 그래프 상으로 증가를 보였으나 통계학적으로 유의성은 없었다. 또한, King 등(1990)의 외이에 대한 He-Ne Laser의 실험적 통증역치 연구에서는 평균 출력이 1 mW Laser를 4군데(Shem-men, Wrist, Dermis, Lung) 외이점에 30초 동안 적용하여 통증역치는 유의하게 증가하였다. 그러나 본 연구에서는 8 mW Laser를 30초 동안 적용한 결과 통증에는 변화가 있었지만, 유의한 차이는 찾아볼 수 없었다. 노영철(1989)은 근육계 진통효과의 강도는 2~4 mW이며, 급성 항염증 효과로는 1~6 mW가 효과적이라고 하였다. 따라서 지연성 근육통에 저출력 Laser의 강도는 출력이 낮을 수록 급성 통증치료에 효과적이라 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 외이의 이침점에 경피신경전기자극을 자극하는 것과 Laser를 자극했을 때 통증역치와 굴곡 시 관절가동범위, 신전 시 관절가동범위에 미치는 영향을 알아보았다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 통증역치는 경피신경전기자극 군에서

는 운동전과 48시간 후, 운동전과 72시간 후에서 유의하게 증가하였고, 대조군에서는 운동전과 72시간 후에서 유의하게 증가하였다 ($p<.05$).

둘째, 굴곡 시 관절가동범위는 경피신경전기자극군, Laser군, 대조군 모두에서 운동전과 24시간 후, 운동전과 48시간 후 그리고 운동전과 72시간 후에 유의하게 감소하였다 ($p<.05$).

셋째, 신전 시 관절가동범위는 경피신경전기자극군과 대조군은 운동전과 24시간 후, 운동전과 48시간 후 그리고 운동전과 72시간 후에 유의하게 감소하였고, Laser군은 운동전과 24시간 후, 운동전과 48시간 후 그리고 운동전과 72시간 후에 유의하게 감소하였고, 48시간 후와 72시간 후에는 유의하게 증가하였다 ($p<.05$).

이상으로 볼 때, 외이에 경피신경전기자극은 통증역치 증가에 효과가 있었다.

참고문헌

- 남기석, 이윤주, 김종만 : 지연성 근육통 (delayed onset muscle soreness)에 대한 경피신경자극(transcutaneous electrical nerve stimulation)의 효과. 한국전문물리치료학회지. 4(3);70-83, 1997.
- 노영철 : 치료레이저의 물리치료에 관한 고찰. 대한물리치료사협회지. 10(1);39-49, 1989.
- 심연주, 이미선, 이윤주 : 외의자극에 대한 경피신경전기자극과 레이저가 실험적 피부 통증 역치에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 4(1);87-93, 1997.
- 이재형. 전기치료학. 대학서림. pp 376. 1995.
- 이태현, 손덕희, 김봉일 등 : 저출력 레이저 조사에 의한 창상의 통증완화 및 치유조장. 대한통증학회지. 7(1);74-77, 1994.
- Abbate D, Santamaria A, Brambilla A et al. : β -Endorphin and electroacupuncture. Lancet. 13;2(8207):1309, 1980.
- Armstrong RB : Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscle soreness: a brief review. Med Sci Sports Exerc. 16(6);529-538, 1984.
- Craig JA, Barron J, Walsh DM, et al. : Lack of effect of combined low intensity laser therapy/phototherapy (CLILT) on delayed onset muscle soreness in humans. Lasers in Surgery and Medicine. 24;223-230, 1999.
- 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. 67;285-289, 1996.
- Evans WJ, Haller RG, Wyrick PS et al. : Submaximal delayed-onset muscle soreness: correlations between MR imaging findings and clinical measures. Radiology. 208(3);815-820, 1988.
- King CE, Clelland JA, Knowles CJ et al. : Effect of helium-neon laser auriculotherapy on experimental pain threshold. Phys Ther. 70;24-30, 1990.
- Krause AW, Clelland JA, Knowles CJ et al. : Effects of unilateral and bilateral

- auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on cutaneous pain threshold. *Phys Ther.* 67;507-511, 1987.
- Lein DH Jr, Clelland JA, Knowles CJ et al. : Comparison of effects of transcutaneous electrical nerve stimulation of auricular, somatic, and the combination of auricular and somatic acupuncture points on experimental pain threshold. *Phys Ther.* 69(8);671-678, 1989.
- Leo KC : Use of electrical stimulation at acupuncture points for the treatment of reflex sympathetic dystrophy in a child. *Phys Ther.* 63;957-959, 1983.
- Melzack R, Wall PD : Pain Mechanisms: A new theory. *Science.* 150;971-979, 1965.
- Noling LB, Clelland JA, Jackson JR et al. : Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation at auricular points on experimental cutaneous pain threshold. *Phys Ther.* 68(3);328-332, 1988.
- Oliveri AC, Clelland JA, Jackson J et al. : Effects of auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on experimental pain threshold. *Phys Ther.* 66;12-16, 1986.
- Olreson TD, Kroening RJ : A comparison of Chinese and Nogier auricular acupuncture points. *American J. of Acupuncture.* 11;205-223, 1983.
- Paris DL, Baynes F, Gucker B : Effects of the neuroprobe in the treatment of second-degree ankle inversion sprains. *Phys Ther.* 63;35-40, 1983.
- Snyder-Mackler L, Barry AJ, Perkins AI et al. : Effects of helium-neon laser irradiation on skin resistance and pain in patients with trigger points in the neck or back. *Phys Ther.* 69(5);336-341, 1989.