

경피신경 자극과 미세전류신경근 자극이 β -endorphin 과 동통역치에 미치는 영향

안동의료원
김 형 남
대구대학교 재활과학대학 물리치료학과
박 래 준

The Effects on the Level of β -endorphin and Pain Threshold according to each TENS and MENS Application.

Kim, Hyung-Nam, P.T., M.S.

Andong Medical Center

Park, Rae-Joon R.P.T., Ph.D.

Dept. of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Taegu University

<Abstract>

The purpose of this study was to examine the amount of β -endorphin and pain threshold according to time sequences in applying experimented TENS and MENS (pre treatment, posttreatment, 25 minutes after the treatment). This test was to aim at showing the effects of the experimental β -endorphin and pain threshold applied to the randomly selected twenty healthy men in their twenties. The subjects were divided into two group (ten for TENS and the other ten MENS).

The results obtained are as follows:

1. There was no significant difference in the β -endorphin between TENS and MENS ($p > 0.05$). There was no difference in the pain threshold at pretreatment and posttreatment ($p > 0.05$), but there was some difference at 25 minutes after the treatment ($p < 0.05$).

2. The group of TENS in the experimental β -endorphin had the highest level of 14.40 ± 3.098 at posttreatment, but the level decreased a little according to time passed. And in the experimental pain threshold, the level went to the highest plateau of 2.92 ± 0.483 at 25 minutes after the treatment.

3. The group of MENS in the experimental β -endorphin had the highest plateau of 14.20 ± 3.967 at posttreatment, but the level decreased a bit according to time passed also. And in the experimental pain threshold, the level went to the highest plateau of 2.49 ± 0.617 at posttreatment.

4. There were some differences of the experimental β -endorphin in TENS group at pretreatment and posttreatment ($p < 0.05$). There were some differences in the experimental pain threshold between pretreatment and posttreatment as well as between pretreatment and 25 minutes after the treatment ($p < 0.05$). MENS did not influence the experimental β -endorphin and pain threshold.

This experiment showed that TENS increased the levels of the experimental β -endorphin at posttreatment

and increased the levels of the experimental pain threshold until 25 minutes after the treatment. Therefore, the time of sustaining pain in TENS group was longer than that of MENS group. Also, MENS showed that it increased each level of the experimental β -endorphin and pain threshold, but these levels were not statistically meaningful.

I. 서 론

동통은 초기 자극으로 바로 일어나는 조직 손상이나 실질적인 조직 손상에 관련된 반응이며 생리적인 동통은 종종 정서적인 상태, 채성과 자율 신경계의 효과와 피로나 피하는 행동에 의해 수반되고 동통에 대한 반응은 개인마다 매우 다양하며 나이, 성별 및 개개인의 인격과 동통 원인과 기간에 영향을 받는다 (Gersh, 1992). 인류역사상 많은 의학자들은 동통에 대한 기전을 밝히려 노력했고, 동통 치료법에 대해서도 연구 개발하여 왔으나 아직도 정확한 동통기전과 완벽한 치료법에 대한 결론은 내리지 못하고 있다 (Krause, Clelland, Knowles and Jackson, 1987). 동통에 대한 신경 생리적인 이론은 많은 논의가 되고 있으며 크게 Von Frey 의 특이설(specific theory), Goldscheider의 유형설(pattern theory), Melzack 과 Wall 의 관문조절설(gate control theory), 그리고 내분비설(endogenous theory) 등으로 나누어 볼 수 있다(Gersh, 1992).

1965년 Melzack 과 Wall 이 발표한 관문조절설에 의하면 구심성 유수신경섬유인 A δ 섬유가 자극되면 척수후각의 교양질(substantia gelatinosa) 세포, 즉 관문이 폐쇄됨으로 구심성 무수신경섬유인 C 섬유의 자극이 척수후각에서 이미 차단되어 전달 세포(transmission cell)를 자극 할 수 없게 되어 통각 감지가 일어나지 않는다고 하였고, 이 이론에 따라서 A δ 섬유를 선택적으로 자극하여 동통을 완화시키는 역할을 하는데, 경피신경 자극기(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)가 동통완화를 위한 자극 방법으로 이용되어 진통 효과가 높다는 사실이 발견되었다(Wolf, 1978). 이와 같은 관문조절설에 대한 이론이 그 동안 경피신경 자극의 동통효과에 대한 밑바탕이 되어 주었던 이론이다.

동통의 치료법은 약물 치료, 수술적치료, 물리치료, 정신 치료로 나눌수 있으며(Longgardi, Clelland, Knowles and Jackson, 1989) 이 중 물리치료 방법으로

임상에서 물리치료사들이 동통을 완화하기 위해 여러 치료 방법을 사용하고 있는데 여기에는 전기치료, 열 치료, 냉 치료, 운동 치료, 마사지 및 견인치료 등이 사용되고 있다(O'Brien, Rutan, Sanborn and Omer, 1984). 동통에 관여하는 화학 물질로 1975년 Hugh 등은 돼지의 뇌에서 2개의 pentapeptide를 추출하여 enkephalin을 명명하였는데 내인성 몰핀과 유사한 작용 물질을 총칭하여 endorphin 이라고 하고 endorphin을 정맥내 주사하였더니 진통 효과가 morphin에 비해 3배의 효과가 있었고 뇌실에 주사하였더니 약 48배의 효과가 있었다고 보고하고 있다(이재형, 1995).

동통을 완화하기 위해 1960년대이래 여러 가지 방법으로 전기 자극을 시도해 왔으며 오늘날 대표적인 전기 진통(electroanalgesia)방법으로 맥동전류를 사용하는 경피신경 자극기가 널리 사용되고 동통감소에 좋은 효과를 나타내고 있으며 동통조절을 위한 약물 치료 혹은 수술적치료가 많은 부작용을 남긴다는 사실에 비해 최근에 비습관적이고 비침투적인 동통 조절방법이 환영을 받고 있다는 것과 일련의 관계가 있다(어경홍, 1988).

경혈점이 압통점과 약 80% 일치하고, 골격근의 압통점과도 일치한다. 그 예로 LI 4는 수부의 제 1 배측골간근의 운동점과 일치하는 것을 알 수 있다.

침을 이용해 경혈을 자극하면 바늘에 의해 생성된 자극이 경혈점부위의 감각 수용기와 말초신경의 구심성 섬유의 수초로 전달되어 자율 신경계에 의해 동통을 감소시킨다고 보고하고 있으며, 1970년부터 경혈자극으로 무감각을 보고하였고, 전기침자극후 무감각은 β -endorphin의 조절에 의한것이라 하였다 (Malizia 등, 1979). 동통에 대한 연구가 본격화되면서 동통 측정에 대한 객관적 방법으로 가장 보편화된 것이 실험적 동통역치(experimental pain threshold) 측정법이며 전기를 이용한 동통역치측정은 적용 부위의 제한이 적고 반복 검사가 가능하며, 측정치의 일관성 있는 장점 때문에 실험적 역치측정에 사용된다(Harris and Rollman, 1983).

저빈도-고강도 경피신경 자극은 진통 유발은 느

리지만 진통 지속 시간이 길고 진통 기전에 내재성 아편 물질이 작용하고 있는 것으로 알려져 있으며 (이재형·박춘서, 1994; Melzack, Veteře and Finch, 1983; Moore and Blacker, 1983; Krause 등, 1987), 진통 작용의 특징이 침치료와 비슷하다하여 acupuncture-like TENS라 부르고 있다(Krause 등, 1987; Lein, Clelland, Knowles and Jackson, 1989; Longobardi 등, 1989). 그러나 경피신경 자극이 혈액중 β -endorphin 농도에 영향을 주는가를 알아보기 위해, 전통적인 자극 조건(80Hz, 50 sec)과 저빈도 자극 조건(2Hz, 50 sec), 그리고 위약 효과를 준 대조군을 만들어 비교 실험한 결과 경피신경 자극 전, 중, 후에 혈장내 β -endorphin 농도에 차이가 없어 저빈도-고강도 경피신경 자극에는 내재성 아편 물질이 관여하고 있지 않다고 하는 등 연구에 따라 다소 다른 견해 차이로 인해 논란의 대상이 되고 있다(O'Brien 등, 1984).

경피신경 자극은 조직을 상하지 않게 하고, 사용이 간편할 뿐만 아니라 부작용도 거의 없고 말초신경의 분포 경로를 따라서 적당한 강도로 전기 자극을 하면 동통을 어느 정도 감소시킬 수 있기 때문에 전통적인 동통치료방법에 실패한 환자에게 효과적이다(Long and Hagfors, 1975).

최근 전기공학의 발달에 수반되는 통전법의 개발과 생체내의 동통억제 기전에 관한 새로운 이론적 근거에 의하여 미세전류신경근 자극(microcurrent electrical neuromuscular stimulation, MENS)이 동통에 대단히 유효한 것으로 대두되고 있으며 미세 전류는 낮은 전류로서 신체 자체의 생리적 전류 범위 정도이기 때문에 근수축이 일어나지 않으며, 감각적으로 편안하며 전기적인 불쾌감이 전혀 없고 안정성도 탁월하며, 부작용도 거의 없으며(정진우, 1991) 적은 양의 전류만으로 상처 치유 촉진과 동통조절에 효과가 있으며(Gersh, 1992), 또한 급성 외상 치유를 가속화시킨다고 하였으며(Leffmann, Arnall, Holmgren and Cornwall, 1994), 외상에 의한 근육 손상과 관련된 질환에 있어 손상 초기에 미세전류신경근 자극을 적용하면 근육 조직의 손상을 억제 하는데 효과적이라 하였다(김태열, 1995).

경피신경 자극기는 밀리암페어(mA)의 단위로 자극되어 왔으나 미세 전류기는 마이크로 암페어(μ A)로 1000 μ A 미만을 송출하여 자극시킨다. 이 원리는 전류

자극이 인체내 세포에 흐르는 생체 전기(bio-current)를 통하여 Ca^{++} 채널을 작동시켜 동통을 야기시키는 신경이나 근육의 손상을 회복시키는 것이다(정진우, 1991). 그러므로 동통을 완화시킬 목적으로 경혈자극시엔 낮은 전류인 미세 전류기도 유효하리라 생각되며, β -endorphin의 농도와 동통역치에도 영향을 미칠 것으로 생각된다.

어떻게 하면 동통으로부터 해방이 될까 하는 생각은 모든 사람들이 한 번쯤은 생각해 본 일 일 것이다. 물리치료의 방법으로 동통완화를 위해 여러 가지 방법이 있겠으나 본 연구의 목적은 저빈도-고강도 경피신경 자극과 미세전류신경근 자극사이에 변화와 각각의 자극기를 적용전, 적용 직후, 적용후 25분에 따라 β -endorphin 농도와 동통역치의 변화를 알아봄으로써 시간 변화에 따라 경피신경 자극과 미세전류신경근 자극이 동통 조절에 얼마나 영향을 미치는지를 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 기간

안동 대학교 재학생 중에 본 연구에 참여하겠다고 자원한 학생을 대상으로 하였고, 모든 대상자는 손과 관련된 질환, 피부감각 이상, 운동장애 등 신경근육계의 이상이 없고 실험전 48시간부터 실험이 끝날 때까지 실험에 영향을 줄 수 있는 술을 비롯하여 진통제, 항울제, 정온제 등의 약물을 복용하지 않도록 하였다. 연구 대상자는 남자 20명을 대상자로 10명씩 무작위로 나누어 경피신경 자극군과 미세전류신경근 자극군으로 설정하였고, 경피신경 자극군의 평균 연령은 21.2세였으며 미세전류신경근 자극군의 평균 연령은 21.3세이었다.

본 연구는 1996년 3월 4일 과 5일 양일간 각 군별로 각각 5명씩을 대상으로 같은 시각에 본 실험을 시행하였다.

2. 실험방법 및 기구

1) 실험방법

(1) 경피신경 자극 방법

저빈도-고강도 경피신경 자극의 모든 대상자를 침대에 바로 누운 자세로 편안하게 휴식을 취하는

상태에서 동통역치검사를 먼저 실시하고 5분 휴식을 취한 후 좌측 팔의 수삼리(手三里: LI 10)와 좌측 손의 합곡(合谷: LI 4)을 찾아 알콜솜으로 피부를 닦고 피부와 전극에 생리식염수를 바른 다음 전극을 패드로 고정하고, 경피신경 자극은 저빈도-고강도 경피신경 자극으로 맥동빈도 3pps, 자극 강도는 동통이 없이 근수축이 유발될 정도의 강도 300 μ s를 25분간 자극하였다(Figure 1).

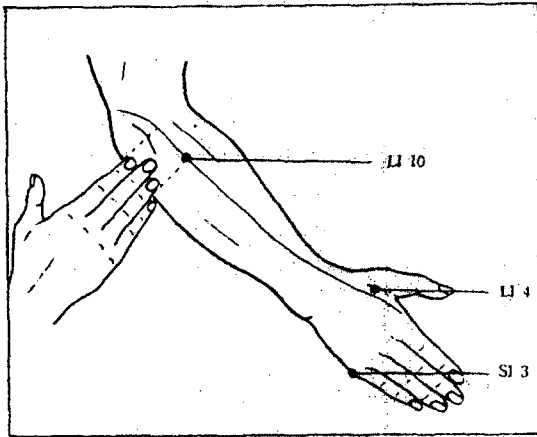


Figure 1. Location of electrode placement.

(2) 미세전류신경근 자극 방법

미세전류신경근 자극도 경피신경 자극군과 마찬가지로 모든 대상자를 침대에 편안하게 바로 누운 자세에서 휴식을 취하는 상태에서 동통역치검사를 먼저 실시하고 5분 휴식을 취한 후 좌측 팔의 수삼리(手三里: LI 10)와 좌측 손의 합곡(合谷: LI 4)을 찾아 알콜솜으로 피부를 닦고 전극은 5cm×5cm의 크기의 고무전극을 사용하였고 전극 선을 치료기의 electro-oscope system에 연결시켰다. 그리고 피부와 전극에 생리식염수를 바른 다음 전극을 패드로 고정하고 미세전류신경근 자극은 2.5pps로 25분간 자극하였고 자극 강도는 대상자가 따끔한 느낌이 든다고 하는 지점에서 주파를 내린 다음 아무런 느낌이 들지 않는 무감각한 범위 300 μ s에서 치료를 시작하였다.

(3) 동통역치 검사

먼저 실험대상자의 피부 저항을 감소시키기 위해 첫 실시전 검사 부위를 세척하였다. 치료실 밝기는 150Lux 하고, 실험대상자는 연구 절차와 자극 점의 정확한 위치에 대해서는 모르고 있으며 근육을 최대한

이완할 수 있는 편안한 자세를 취했다. 측정대상군에게 전극은 피부 저항을 줄이기 위해 생리식염수에 적신 후 사용하였고 전극배치법은 비활성 전극(5cm)은 좌측상완삼두근, 활성 전극(1.5cm)은 좌측 손목 요골 원위단의 가장 돌출된 부위에 대고, 자극 조건은 파형이 직각파인 단속평류전류로 하였고, 통전시간을 300ms로 고정하고, 1초 간격으로 0.25mA씩 강도를 증가시켰다. 동통역치를 측정할 때 피검자자는 동통역치를 측정하는 계기판을 볼 수 없게 하였다. 본 실험에서는 큰아픔을 주거나 인체에 손상을 주는 높은 전류는 사용하지 않았다. 실험자는 피검자에게 다음과 같은 지시 사항을 알려주었다. 전기 자극이 가해질 때 처음 전기를 느끼면 '느낀다' 라고 즉시 말로 표현하고 전기 자극의 강도를 증가시켰을 때 편으로 콧속 찌르는 듯한 따끔따끔한 감각이 느껴질 때 참지 말고 즉시 '그만' 하고 말해서 '그만' 이라고 말하는 순간의 전류를 읽어 동통의 역치로 삼았다. 동통역치는 경피신경 자극 및 미세전류신경근 자극의 적용 전과 적용 직후, 적용후 25분에 각각 3회씩 측정하여 그 평균값을 사용하였다(Figure 2).

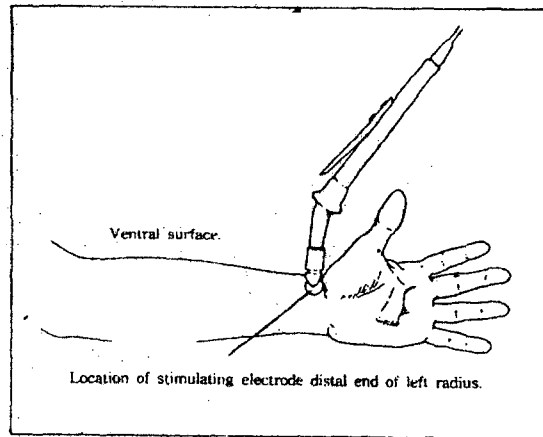


Figure 2. Location of stimulating electrode for experimental pain threshold.

(4) β -endorphin 측정

저빈도-고강도 경피신경 자극 및 미세전류신경근 자극 적용 전과 적용 직후, 적용후 25분에 팔굽관 절부위의 척측피정맥(antecubital vein)에서 5ml 씩 정맥혈을 채혈하여 EDTA(ethylene dianine tetraacetic acid)시험관에 넣고 완전히 용해될때까지 잘 흔든 후 3000~500rpm으로 20분간 원심 분리하여 혈장을

분리해 -20도에 보관하였다가 plasma β -endorphin 125I RIA (radio immuno assay, 방사면역측정법) Kit를 사용하여 혈장으로부터 β -endorphin을 용출시킨후 이를 원심 분리하여 얻은 침전물을 cobra gamma scintillation counter로 계측하여 표준 곡선에서 β -endorphin 농도를 산출하였다.

2) 실험기구

본 실험에 사용된 기구는 다음과 같다.

(1) 경피신경 자극기는 BX-200 SC LOW FREQUENCY & T.E.N.S(BLOOMEX U.S.A)로 출력 Mode가 단속(interrupted), 연속(continuous), 교대(reciprocate) 세가지 치료모드를 선택할수있으며 1~1000pps 까지 원하는 주파수를 조절할수있고 50~300 μ s 까지 원하는 펄스폭을 조절할수 있으며 파형은 이상파 이었다.

(2) 미세전류신경근 자극기는 ELECTRO-MEDICAL INCORPORATED(18433 Amistad, Fountain Valley, CA 92708 U.S.A) 출력 전류는 최소 25 μ A, 최대 500 μ A, 파형은 교류를 사용하며, 주파수는 0.5~320pps 로 E.M.I의 electro-acuscope를 사용하였다.

(3) 시치기기는 Recording Chronaxie Meter CX-2 (OG Giken Co., Ltd. Japan)를 사용하였고 시치점 사지는 J. A. PRESTON CORPORATION(printed by OG GIKEN Co., Ltd)를 사용하였다.

3. 분석방법

측정된 β -endorphin과 동통역치를 SPSS/PC를 이용하여 통계처리 하였다. 경피신경 자극군과 미세전류신경근 자극군의 적용 직전과 적용 직후, 적용후 25분에 실험적인 β -endorphin 농도와 동통역치의 변화를 알아보기 위하여 분산분석을 실시하였고, 적용 전, 적용 직후, 적용후 25분에 있어 경피신경 자극과 미세전류신경근 자극간의 t 검증을 하였으며, 경피신경 자극군과 미세전류신경근 자극군의 시간변화에 따른 두변인들 즉, 적용 직전과 적용 직후, 적용 직후와 적용후 25분, 적용 직전과 적용후 25분에 대하여 t 검증을 하였다. 통계적 유의성을 검증하기 위해서 유의수준은 0.05로 정하였다.

III. 결 과

1. 경피신경 자극과 미세전류신경근 자극의 비교

1) β -endorphin의 농도비교.

경피신경 자극과 미세전류신경근 자극의 적용 전, 적용 직후, 적용후 25분에 β -endorphin 농도에서는 유의한 차이가 없는것으로 나타났다(Table 1). 그러나 경피신경 자극과 미세전류신경근 자극 직후의 β -endorphin 농도가 적용 전보다 증가한것으로 보아 자극후 경피신경 자극과 미세전류신경근 자극에 β -endorphin이 관여하고 있다는 것을 알 수 있었다(Figure 3, Table 1, Table 5).

2) 동통역치의 변화 비교.

경피신경 자극과 미세전류신경근 자극의 적용 전 동통역치의 변화에 대해서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 적용 직후의 경피신경 자극과 미세전류신경근 자극사이에도 유의한 차이가 없었다. 그러나 적용후 25분에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 위의 결과에서 알 수 있는 것은 경피신경 자극은 미세전류신경근 자극보다 동통지속효과가 길다는 것을 알 수 있었다(Figure 4, Table 2, Table 6).

Table 1. The comparison of the level of β -endorphin among the pretreatment, posttreatment and 25 minutes after each application of TENS and MENS.

	TENS		MENS		No	t-value
	Mean	SD	Mean	SD		
pretreatment	9.20	3.084	10.80	3.615	10	-1.25
posttreatment	14.40	3.098	14.20	3.967	10	0.15
25 min after	11.40	2.951	10.10	3.604	10	1.16

* p < 0.05

Table 2. The comparison of the changes of Pain β -Threshold among the pretreatment, posttreatment and 25 minutes after each application of TENS and MENS.

	TENS		MENS		No	t-value
	Mean	SD	Mean	SD		
pretreatment	1.92	0.464	2.28	0.812	10	-1.40
posttreatment	2.59	0.781	2.49	0.617	10	0.26
25 min after	2.92	0.483	2.15	0.712	10	2.33*

* p < 0.05

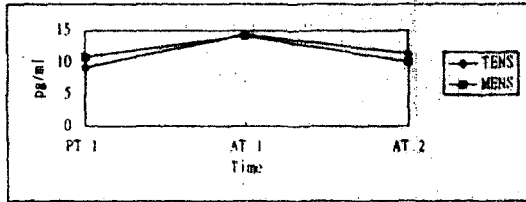


Figure 3. The comparison of the level of β -endorphin by each TENS and MENS application

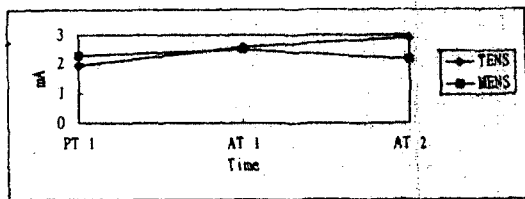


Figure 4. The comparison of the changes of pain threshold by each TENS and MENS application.

2. 시간변화에 따른 β -endorphin과 동통역치의 변화.

경피신경 자극의 β -endorphin농도 차이를 분산 분석한 결과 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 미세전류신경근 자극 또한 β -endorphin농도에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 3).

경피신경 자극의 동통역치의 변화에서는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며(Table 4), 동통역치는 적용후 25분(2.92 0.7810)에 가장 높았고 적용 전(1.92 0.4638)과 적용후 25분 (2.92 0.4826)사이에서 유의한 차이가 있었다(Table 6).

Table 4에서 보는 바와 같이 미세전류신경근 자극의 동통역치변화를 F검증한 결과 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 3. Each times One-way analysis of variance of β -endorphin in the TENS and MENS application by time sequence.

	T I M E			No	F-value
	PT 1	AT 1	AT 2		
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD		
TENS	9.20 \pm 3.084	14.40 \pm 3.098	11.40 \pm 2.951	10	7.3466*
MENS	10.80 \pm 3.815	14.20 \pm 3.967	10.10 \pm 3.604	10	3.4531*

* $p < 0.05$

PT 1: pretreatment. AT 1: 0 min After Treatment.
AT 2: 25 min After Treatment

Table 4. Each times One-way analysis of variance of pain threshold in the TENS and MENS application by time sequence.

	T I M E			No	F-value
	PT 1	AT 1	AT 2		
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD		
TENS	1.92 \pm 0.464	2.59 \pm 0.781	2.92 \pm 0.483	10	7.3628*
MENS	2.28 \pm 0.812	2.49 \pm 0.617	2.15 \pm 0.712	10	0.5705

* $p < 0.05$

3. 시간변화에 따른 두변인들간의 β -endorphin과 동통역치의 t값의 비교.

1) β -endorphin의 변화

경피신경 자극의 두 변인에 대한 β -endorphin의 변화에 대해 t 검증한 결과 적용 전(9.2 \pm 3.0840)과 적용 직후(14.4 \pm 3.0984)에 유의하게 증가한 것을 알 수 있다. β -endorphin농도는 적용 직후가 14.4로 가장 높게 나타났다. 적용 직후와 적용후 25분(11.4 \pm 2.9515)과 적용 전과 적용후 25분 사이에는 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 5).

미세전류신경근 자극의 시간 변화에 따른 두변인에 대한 β -endorphin의 변화에 대해 t 검증한 결과 적용 직후(14.2 \pm 3.9665)와 적용후 25분(10.1 \pm 3.6040)사이에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 5). 이것은 미세전류신경근 자극 직후에 β -endorphin농도가 상승하였다가 적용후 25분에는 원상태 즉 적용 전의 상태보다 낮게 그 수치가 낮아졌음을 알 수 있었다. 경피신경 자극은 자극후 서서히 β -endorphin농도가 감소하는 반면 미세전류신경근 자극은 자극후 짧은 시간 내에 그 농도가 떨어졌음을 알 수가 있었다.

Table 5. The comparison of t-value of β -endorphin among the elements that cause the changes according to time sequence in each application of TENS and MENS.

	T I M E		
	PT1/AT1	AT1/AT2	PT1/AT2
TENS (n=10)	-3.76*	2.22	-1.63
MENS (n=10)	-2.00	2.42*	0.43

* $p < 0.05$

2) 동통역치의 변화

동통역치의 변화에 있어서는 경피신경 자극의 전 용전(1.92 ± 0.4638)과 적용 직후(12.59 ± 0.7810)에 동통역치 차이를 검증한 결과 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 적용 직후와 적용후 25분(2.92 ± 0.4826)의 동통역치 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 적용 전 과 적용후 25분의 동통역치 차이에 있어서는 아주 유의하게 나타났다. 시간 변화에 따른 2변인들 간의 미세전류신경근 자극의 동통역치의 변화에 있어서 차이를 t 검증한 결과 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 6).

Table 6. The comparison of t-value of pain threshold among the elements that cause the changes according to time sequence in each application of TENS and MENS.

	T I M E		
	PT1/AT1	AT1/AT2	PT1/AT2
TENS (n=10)	-2.33*	-1.14	-4.72*
MENS (n=10)	-0.65	1.14	0.38

* p < 0.05

IV. 고 찰

동통에 대한 최근 이론은 각 전문 분야가 서로 협력하여 같이 접근하고자 하며, 일반적으로 세 개의 범주로 나누어 볼 수 있다. 즉, 첫째 동통과 연관된 신경해부학적 회로 뿐만 아니라 유해한 자극 강도에 대한 설명과 그 위치에 초점을 맞추는 해부학적이고 생리화적인 토대, 둘째 각각의 기대치와 목표 뿐만 아니라 정서적인 반응들을 담고 있는 동기 부여와 행동적 토대, 셋째 개인별 과거의 경험을 살펴보고 동통이 나타났던 민감성(sensation)과 더 나아가서는 그것과 연루된 과거의 것들을 살펴보는 정신과적인 구성 요소 등을 말한다(Gersh, 1992).

동통을 일으키는 자극은 기계적 자극(압박), 전기적 자극(축), 열성 자극(방사열) 및 화학적 자극(브라 디킨) 등이 있다(Noling, Clelland, Jackson and Knowles, 1988; Gersh, 1992). 동통자극에 대한 반응은 생리학적, 언어적, 행동성 반응으로 측정되어진다. 우리는 자극 매개변수 또는 운동성 반응이란 용어로

동통을 정의 내릴 수 있지만, 동통은 심리화적이고, 문화적인 구성 요소 때문에 단순한 감각력(sensibility) 이상이라 할 수 있다(Gersh, 1992). 이들중 전기 자극은 신체 어느곳이나 쉽게 적용시킬 수가 있으며, 조직 손상의 위험이 적기 때문에 여러번 반복 시행을 할 수 있으며, 쉽게 양을 정할 수 있으며, 측정값이 일관성이 있고, 실험대상자가 전류로 인해 발생하는 바늘로 찌르는 듯한 동통을 쉽게 감별할 수 있기 때문에 타당도가 높아서 인위적 동통 유발방법으로 사용될 수 있다(O'Brien 등, 1984; Noling 등, 1988).

신경 생리학자들은 통각을 그 성질, 전도 속도 및 부위 등에 따라 두 가지로 구분하고 있다. 첫째는 제 1 또는 빠른 통각(first or fast pain)으로 바늘로 찌르는 듯한 예리한 통각이며 빨리 감각되고 또한 통각을 느끼는 위치를 정확히 알 수 있기 때문에 개인이나 사회 문화적 배경 등의 영향을 받지 않는다. 또 다른 하나는 제 2 또는 느린 통각(second or slow pain)으로 화끈거리는 통각 또는 둔통이며 늦게 감지된다. 이 통각은 느껴지는 장소의 한계가 명확하지 않으면서 지속적이며, 자극이 제거된 후에도 계속 아프며, 개인차가 심하고 사회 문화적 배경에 영향을 크게 받는 통각이다. 이와 같은 구분을 근거에 의하여 본 연구에서는 동통역치를 정의함에 있어 연구 대상자가 제 1 통각을 처음 느끼는 순간의 전류량으로 정의하였다(이재형, 1995). 이충휘(1988)에 의하면 이러한 동통역치는 시간이 경과하여도 잘 변화하지 않아 적어도 30분 간격으로 두 번 측정하였을 때 그 동통역치가 비슷하였다고 하였다.

동통인식과 전이에 대한 기전들이 제시되어졌었고 경험적인 분석을 해왔으며 동통에 대한 우리의 경험을 토대로 우리는 이러한 기전의 어떤 것들을 확인했다. 동통이 신체적, 심리적 두가지 구성 요소를 가지고 있기 때문에 엄격하게 조절된 상태 하에서 연구하기란 매우 어렵다(Gersh, 1992).

지금까지 경피신경 자극에 의한 동통감소 효과를 설명함에 있어서 크게 관문조절이론과 내재성 아편 물질(endogenous opiates)관여설로 나누어 볼 수 있다.

1965년 Melzack과 Wall이 발표한 관문조절이론에 의하면 관문은 그자체가 후각의 교양질(substantia gelatinosa (SG))내에 있는 작은억제성 개재 세포(internuncial cell)와 고위중추까지의 정보를 지연시키는

T세포로 구성되어 있다. T 세포의 활동 수준은 지름이 큰 A-beta 와 지름이 작은 A-delta 및 구심성 C 신경원으로부터의 입력 조절에 의한 것이다. T세포의 활동은 또한 하행성 고위 중추에 영향을 받을 수 있다. 지름이 작은 구심성 섬유에 의한 입력은 T세포를 활성화 시켜 주며 이러한 작은 구심성 섬유의 예민한 영역으로부터 오는 동통을 감지한다. 작은 구심성 섬유 활동은 T세포 연결에서 시냅스전 억제를 절감시킴으로써 개재 신경세포를 억제한다. 커다란 구심성 섬유가 동시에 활동할 때 그들은 또한 직접적으로 T세포를 활성화 시켜 준다. 그러나 이러한 구심성 섬유는 또한 시냅스전 억제에 의해 커다란 구심성 섬유와 작은 구심성 섬유 양쪽에서부터 T세포로까지의 입력을 감소시켜 주는 작은 SG세포를 자극한다. 따라서 지름이 큰 구심성 섬유로부터의 입력은 사실상 관문을 닫고 작은 구심성 동통 섬유로부터의 자극 전달을 차단시켜 준다(이재형, 1995; Gersh, 1992).

후각에서 발생하는 관문조절기전은 고위 중추로부터 하행하는 전도도가 관문 기전의 활동에 영향을 줄 수 있기 때문에 Melzack과 Wall에 의해 기술된 것처럼 매우 단순하지만은 않고, 동통매세지의 전달을 증가시키거나 감소시킨다. 그러나 관문조절이론으로는 경피신경 자극이 끝난 후 동통감소가 지속되는 경우를 설명할 수 없기 때문에(Ericksson, Sjölund and Nielsen, 1979) 많은 논란의 여지를 남기고 있다.

또, 다른 이론이 내재성 아편 물질 관여설에 의하면 저주파 전류 자극이 뇌 척수액에 내재성 아편 물질인 엔돌핀을 유리시켜 동통역치를 증가시킨다고 한다(Salar, Job and Mingrind, 1981).

β -endorphin은 주로 뇌하수체에서 합성 저장되어 있다가 스트레스, 특정한 약물 투여, 운동, 침자극, 전기 자극 등의 여러 가지의 자극이 가해지면 방출되어 혈액 중에서 농도가 증가된다 하였으며, β -endorphin의 분비를 촉진시키는 전기 자극으로는 경피신경 자극을 널리 사용하고 있으며 경피신경 자극은 피부 표면을 가로질러 신경계를 자극하기 위하여 이용하는 하나의 수단이며 어떠한 형태의 동통을 이완하는데 효과가 있다고 하였으며 burst형 경피신경 자극은 저빈도 경피신경 자극의 효과와 비슷한 결과를 얻을 수 있으며, 강하고 반복적인 근수축을 일으키며 최대한의 효과를 얻기 위해선 적어도 자극 시간을 30분은 되어야 한다고 하였다(Gersh, 1992). 그리고 동통감

각을 조정하는 경피신경 자극은 구심성 신경원의 역행성 자극을 통해 작동하고, 교감성 신경계를 활성화시키고 아편중재 동통조절시스템을 조절할 수도 있다고 하였다(이재형 등, 1994; Melzack, Vetere and Finch, 1983; Moore 등, 1983).

돼지의 뇌에서 methionin-enkephalin과 leucine-enkephalin을 분리하였고 이어서 β -endorphin, dynorphin, α -neoendorphin 등 여러 종류의 내재성 아편 물질이 밝혀졌다. β -endorphin은 ACTH와 함께 뇌하수체 전엽에서 분비하는 proopiomelanocortin (POMC)을 전구 물질로 하는 β -lipotropin에서 유래되며 주로 뇌하수체에서 합성 저장되어 있다가(O'Brien 등, 1984; 이재형, 1995) 전기 자극 및 여러 자극이 가해지면 방출되어 동통을 억제한다(Hughes, Lichstein, Whitlock and Harke, 1984).

각 질환에 관한 동통완화를 위해 경피신경 자극을 적용하여 그 효과를 분석한 연구로는 분만통에 대한 경피신경 자극의 진통 효과(박정미·조미애·나은우, 1992), 요통에 대한 경피신경 자극의 적용(Melzack 등, 1983), 후 복부절개로 인한 동통치료에 경피신경 자극 실시(Schomburg and Carter-Baker, 1983), 재왕절개술 후 동통치료(Hollinger, 1986), 길리안-버레 증후군(Guillain-Barre' syndrome)의 동통관리를 위한 연구(McCarthy and Zigenfus, 1978), 즉각적 염좌에 대한 치료(Paris, Baynes and Gucker, 1983), 급만성동통에 대한 효과(Moore 등, 1983; Taylor, West, Simon, Skelton and Rowlingson, 1983), 심박조율기를 사용하는 환자에 대한 경피신경 자극의 사용법(Shade, 1985), 흉부 절개술 후에 경피신경 자극치료가 vital capacity에 미치는 효과(Stratton and Smith, 1980), 하복부의 동통치료등(Millea, 1983) 이상이 임상 질환에 관한 동통완화를 위해 경피신경 자극을 적용하여 그 효과를 분석한 연구들이며 경피신경 자극기는 여러 가지 원인으로 오는 동통의 치료에 널리 이용되고 있다.

일반적으로 사용되어지고 있는 경피신경 자극의 자극 조건에는 자극 주파수, 자극통전시간, 전류의 파형, 전극의 부착 부위, 치료 시간, 주파수의 변조 등이 있으며(Mannheimer, 1978; Jette, 1986; Leo 등, 1986; Gersh, 1992), 경피신경 자극치료의 방법을 자극 조건에 따라 크게 분류해 보면 전통적인 방법인 고빈도-저강도형 경피신경 자극(40~150Hz, 50~100

μs), 침술과 비슷한 효과를 나타내는 저빈도-고강도형 경피신경 자극(1~4Hz, 100~400μs), burst형(1~4 burst/sec, 100~250μs), 그리고 과자극형(1~4Hz, 10~500ms)등으로 구분할 수 있고 이 외에도 brief intense형과 변조(modulation)형 등이 있으며 경피신경 자극의 종류에 따라 진통 작용의 특징과 기전을 달리 설명하고 있다(김선엽·최홍식·권오윤 1995; 이재형, 1995).

Malizia 등(1979)은 전기침으로 자극하는 동안 말초혈관내와 뇌척수액내에서 부신피질 호르몬과 β-endorphin이 증가하였고 경피신경 자극으로 진통 효과에 대한 이론은 신체내에 있는 endorphin과 같은 내재성 아편 물질이 관련되어 있다고 하였다.

Moore 등(1983)은 침술과 비슷한 효과를 나타내는 저빈도-고강도 경피신경 자극은 endorphin에 의한 효과일 것이라 하였고, 고빈도-저강도 경피신경 자극은 이것과는 다른 기전에 의한 것이라고 하였다. 고빈도 자극에 의한 효과는 대부분 바로 치료효과가 나타나나, 저빈도자극에 의한 효과는 약 20~30분 정도의 자극 후에 효과가 나타나며, 자극후 지속 효과는 고빈도에 비해 더 긴 것이 저빈도 자극의 특징인 점을 감안하여 본 연구에서는 경피신경 자극후 25분에 동통역치검사와 β-endorphin검사를 실시하였다.

그리고 저빈도-고강도 경피신경 자극은 내분비설에 의해 많이 설명되고 있으며, 자극 조건은 주로 1~4pps의 주파수와 200~300μs의 통전시간을 사용하고 있다. 이 자극으로는 감각 신경과 운동신경을 모두 자극할 수 있으며, 자극 부위는 동통이 나타나거나 관련된 감각피부절(dermatome)에 적용하는 고빈도-저강도형에 비해 이 모드는 동통이 발생하는 부위나 관련된 근절에 적용하는 것이 효과적이다(김선엽 등, 1995).

동통역치 측정은 대상자의 귀금속을 제거시킨 후 치료대에서 바른 자세로 5분간 휴식을 취한 후 치료전, 치료 직후에 즉각적으로 측정하였다(조정선·전제균·박래준, 1994; Oliveri, Clelland, Jackson and Knowles, 1986; Lein 등, 1989).

저주파 경피신경 자극시에는 동통감소가 늦게 나타나지만(Moore 등, 1983), 그 효과가 지속적이며 간혹 동통이 있는 부위와는 반대되는 측에도 동통 감소효과가 있다고 보고하였는데 그 이유는 부위별 파급효과(pain suppression spread effect)가 있기

때문에 경피신경 자극 부위와는 반대되는 측에도 영향을 미칠 뿐만 아니라 신체 전반적으로 영향을 준다고 하였다(이충휘, 1988).

실험적인 동통역치를 시간별로 비교해 볼 때 Noling 등(1988)은 이부경혈점에 경피신경 자극을 이용해 자극시킨 후 시간적으로 변화하는 상태를 측정한 결과 자극후 즉시 측정된 평균 역치가 자극 전보다 증가하였고 자극후 15분, 자극후 30분에 각각 측정된 역치가 점점 증가됨을 보고하였으며, Lein 등(1989)은 동통완화에 관련이 있다는 체성경혈점에 경피신경 자극을 가하여 동통역치가 유의하게 상승하였다고 하였으며, 이부경혈점에도 전기 자극을 가하여 동통역치가 증가하였다고 하였다. 이부경혈과 체성경혈의 자극군간의 증가량을 보면 이부경혈은 30.9%, 체성경혈은 46.2%로 자극군간의 유의한 차이가 없이 동등하게 증가하였다고 보고하였다.

Rieb와 Pomeranz(1992)는 체성경혈부위에 Acupuncture-like TENS로 자극하여 적용 직후, 적용후 15분, 적용후 30분, 45분, 60분 간격으로 동통역치를 측정한 결과 적용후 30분의 동통역치가 최고를 기록하였고 동통기전에 내재성 아편 물질이 관여하고 있다고 하였다.

건강한 성인 80명을 대상으로 외이침점을 침과 같은 경피신경 자극기로 자극한 결과 외이침점자극치료는 실험적인 동통역치의 증가에 영향을 미친다고 하였다(어경홍, 1988). 그리고 일정 기간 동안 동일한 조건으로 사육한 체중이 3.0kg에서 3.5kg인 어미양고라 가토 20마리를 저빈도 경피신경 자극(2pps)을 15~20mA로 가토가 통각을 느껴 움직이지 않고 안정된 자세를 유지하는 최대 강도를 선택하여서 20분간 자극하여서 동통역치의 변화를 살펴본 바, 전기 자극후에 현저한 증가를 보였으며, β-endorphin농도에 있어서도 그 농도가 현저히 상승했다는 것을 알 수 있었다(길호영 등, 1989).

Burst형과 고빈도형 경피신경 자극 치료가 실험적인 동통역치에 미치는 영향을 알아보기 위하여 신체 건강한 남자 14명과 여자 47명을 대상으로 고빈도군과 burst군, 대조군으로 나누어 동통역치를 알아보기 위하여 고빈도군은 200μs의 통전시간과 100pps주파수로 우측 상지 주관절 부위와 관련된다고 알려져 있는 수삼리(手三里: LI 10)과 함곡(合谷: LI 4)을 자극 점으로 선정하여 자극하고 burst군에서는 주파수가

2pps 인 burst파를 사용하였으며, 자극 강도는 자극 부위의 근육에 최소 가시 수축이 관찰될 수 있을 정도 이상의 강도로 자극하여 동통역치를 실험 전, 실험 직후, 실험후 10분, 20분 후, 30분 후에 각각 측정된 동통역치는 실험 직후가 가장 높았고 고빈도 군보다 burst군에서 동통역치가 유의하게 높게 기록되었다고 하였다(김선엽 등, 1995). 그리고 Grimmer (1992)에 의하면 Burst형 경피신경 자극기가 고빈도형보다 진통 지속시간이 길다고 하였다. 27pps 미만의 저주파 경피신경 자극을 사용하여 동통역치의 증가를 관찰한 이 충휘(1988)논문에서는 내재성 아편 물질 관여설과도 연관이 있을 것이라 하였다.

저빈도-고강도 경피신경 자극이 혈장 β -endorphin과 ACTH, 혈청 Cortisol 및 요중 17-OHCS 농도에 미치는 영향에서 저빈도-고강도 경피신경 자극은 맥동빈도 4pps, 맥동기간 200 μ s로 30분간 자극을 가한 후 동통역치가 적용 전 보다 적용 직후에 유의하게 증가하였고, 혈장내 β -endorphin 농도는 적용 전보다 적용 직후에 통계학적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다(이재형 등, 1994).

Hughes등(1984)은 저빈도-고강도 경피신경 자극으로 혈장내 β -endorphin 농도가 유의하게 증가했다고 보고했고, Malizia 등(1979)은 전기침자극 30분후 β -endorphin과 ACTH 농도가 유의하게 증가하였다고 보고하였고, 경피신경 자극으로 뇌척수액내 β -endorphin 이 유의하게 증가하였다고 보고하였다.

본 연구에서는 저빈도-고강도 경피신경 자극에 따른 실험적 동통역치는 Table 2와 Table 6과 Figure 2에서 보는바와 같이 적용 전(1.92 ± 0.464)에서 적용 직후(2.59 ± 0.781)에는 통계학적으로 유의하게 증가하여($p < 0.05$) 저빈도-고강도 경피신경 자극이 진통 작용이 있음을 알 수 있었다.

혈장내 β -endorphin 농도에 있어 저빈도-고강도 경피신경 자극은 Table 1과 Table 5와 Figure 1에서 보는바와 같이 적용 전(9.20 ± 3.084)에서 적용 직후(14.40 ± 3.098)에 유의하게 증가하여($p < 0.05$) 저빈도-고강도 경피신경 자극이 β -endorphin의 농도에 영향을 미치고 있다는 것을 알 수 있었고 저빈도-고강도 경피신경 자극의 적용후 25분의 동통역치가 감소하지 않은 것으로 보아 진통 지속 시간이 길어 장기간이나 만성 동통을 조절하는데 효과적이라 사료된다. 이러한 결과는 김호영 등(1988), 이충휘(19

88), 이재형 등(1994), Malizia 등(1979), Moore 등(1983), Hughes 등(1984), Krause 등(1987), Rieb 등(1992)의 견해와 일치하였으며 저빈도-고빈도 경피신경 자극으로 진통작용이 유발되고 진통작용은 내재성 아편 물질인 β -endorphin 이 관계하고 있음을 시사하고 있다. 그러나 O'Brien 등(1984) 건강한 남녀 대학생을 상대로 고빈도-저강도 경피신경 자극을 합곡(合谷: LI 4)과 곡지(曲池: LI 11)에 80pps, 50 μ s의 자극을 한 결과 실험적인 동통역치는 증가하였지만 혈장 β -endorphin의 변화는 없었다고 하였다. 김호영 등(1989)은 3.0kg에서 3.5kg인 웅성 앙고라 가토 20마리를 100pps 의 고주파 경피신경 자극을 20분간 자극하여 동통역치의 변화를 연구한 결과 자극후 현저한 증가를 보여 통계학적 의의가 있었으나, β -endorphin 농도는 자극 전과 자극 직후 차이를 볼 수 없었다. 고빈도-저강도 경피신경 자극은 동통역치는 높았으나 β -endorphin농도에는 영향을 미치지 않은 것으로 보아 저빈도-고강도 경피신경 자극의 동통기전과는 다른 양상을 보이고 있는 것을 알 수 있다.

고빈도-저강도 경피신경 자극이 진통 효과가 있는지의 여부와 고빈도-저강도 경피신경 자극으로 유발된 진통 작용에 β -endorphin이 관여하고 있는지를 규명하고자 건강한 성인 남자 6명을 고빈도-저강도 경피신경 자극군으로 설정하여 합곡(合谷: LI 4)과 수삼리(手三里: LI 10)경혈을 30분간 자극하여 동통역치를 측정된 결과 동통역치는 통계학적으로 유의하게 증가한 것으로 기록되었으며, 혈장 β -endorphin농도에는 변화가 없는 것으로 기록되었다 (이재형·박춘서·강정구, 1993).

본 연구에서는 β -endorphin 농도가 경피신경 자극 직후가 가장 높게 나타났으며 시간이 흐름에 따라 그 수치가 줄어들을 알 수 있었으나 동통역치에 있어서는 경피신경 자극의 적용후 25분 때에 최대치를 기록함에 따라 경피신경 자극은 동통의 특성 및 개인차 뿐만 아니라 맥동빈도, 맥동기간, 파형, 자극강도등 자극 조건이 매우 다양하고(Jette, 1986; Leo 등, 1986)전극의 위치 및 배치 방법에 따라 진통효과가 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있어 이들 자극조건과 전극 위치 및 배치 방법(이재형 등, 1994)에 따른 연구와 환자를 대상으로한 연구가 필요하며 시간 변화에 따른 β -endorphin 의 농도와 동통역치와의

연관성에 관한 연구가 많이 연구되었으면 한다.

19세에서 29세 사이의 건강한 성인 남, 여 60명(남자 29명, 여자 31명)을 20명씩 무작위로 2개의 실험군(표면전극군, 침전극군), 대조군으로 구분하여 수부 체성경혈점 합곡(合谷: LI 4), 중저(中渚: Tw 3), 신문(神門: Ht 7) 부위에 각각 60초씩 총 3분을 자극하였는데 경혈점을 자극하는 미세전류신경근 자극에는 30pps 주파수로 전류통전시간은 일정하게 하였으며, 각 경혈점에 400 μ A 강도를 60초 동안 양극으로 자극하였으며 표면전극과 침전극군에서 시간별(자극 전, 자극 직후, 자극 후 15분, 자극 후 30분)에 따른 동통역치의 비교에 있어서 먼저 표면전극은 자극 후 15분에 가장 높은 동통역치값이 나타났으며, 침전극군에서도 자극 후 15분에 가장 높은 동통역치값을 기록하고 자극 후 30분에는 침전극과 표면전극 모두에서는 동통역치가 감소하는 경향을 보였다(조정선 등, 1994).

본 연구에서는 미세전류신경근 자극 2.5pps 주파수로 전류통전시간은 일정하게 하고 수삼리(手三里: LI 10)와 합곡(合谷: LI 4) 부위를 25분간 자극한 후 실험적인 동통역치를 측정된 결과 적용 직후에 증가하였다가 적용 후 25분에는 감소하는 경향을 보였고 미세전류신경근 자극이 동통역치에 크게 영향을 미치고 있지 않는 것으로 기록되었으며(Figure 2, Table 2, Table 4, Table 6), β -endorphin 농도에도 통계학적으로 유의한 수준을 기록하지 못하였다(Figure 1, Table 1, Table 3, Table 5).

본 연구에서 사용한 경피신경 자극기는 3 pps의 저주파 경피신경 자극기로서 자극 부위인 좌측 수삼리(手三里: LI 10)와 합곡(合谷: LI 4)의 경혈점을 자극한 직후 동통역치의 증가가 관찰되면서 β -endorphin의 관여설이 증명되었으나 적용 직후와 적용 후 25분 사이에는 β -endorphin 농도는 감소하였는데 동통역치는 증가한 것으로 보아 β -endorphin 농도의 개인차와 일중변동이 크다는 것을 알 수 있었다(이재형 등, 1993).

본 연구에서는 β -endorphin과 동통역치를 알아보기 위해 경피신경 자극과 미세전류신경근 자극의 적용 전, 적용 직후, 적용 후 25분에 대해서는 측정하였지만 그 뒤 얼마나 지속되는지에 대해서는 측정하지 못하였다. 그 이유는 동통역치를 측정할 때 대상자가 여러 번 전기 자극을 받아야 하였고 β -endorphin 농도

측정을 위해 여러 번 채혈하여야 했기 때문에 대상자의 협조를 얻기 어렵고 시간적인 제약도 있었기 때문이다. 본 연구의 결과를 사용할 때 유념해야 할 것은 실험적인 동통과 임상에서의 동통은 심리적인 면에서 차이가 있다는 사실이다. 그리고 여자 대상자를 본 연구에서 제외시킨 것은 여자 대상자의 월경주기를 동일시하는 것이 쉽지 않았기 때문에 연구 대상자를 전원 남자로 하였고, 20대 연령층이었으므로 전 연령층에 일반화하는 문제는 제한점이 될 수 있다. 그리고 실험적인 동통역치를 측정하는데 있어 좌측요골원위단 돌출 부위외에 다른 부위에서는 측정하지 않아 위의 측정결과를 신체 전반적인 현상이라고 규정지을 수가 없다. 차후에 이러한 분야에 대해 연구를 하고자 하는 사람은 앞서 언급한 문제점 및 제한점을 보완하여 실험하는 것이 바람직할 것이다.

경피신경 자극은 맥동빈도, 맥동기간, 자극 강도 뿐만 아니라 전극의 위치 및 배치 방법에 따라 진통 효과가 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있기 때문에 경혈점 이외에 다른 부위의 자극에 대한 연구와 다른 연령층 뿐만 아니라 환자를 대상으로 하는 연구가 필요하며, 시간 변화에 따른 동통역치의 지속 시간을 광범위하게 포함할 수 있는 연구가 시도되어야 할 것으로 생각되며, 미세전류신경근 자극에 의한 미세전류신경근 자극기의 특성, 전극의 위치 및 배치 방법에 따라 동통의 특성 및 동통역치가 다를 수 있기 때문에 다양한 각도에서 그 효과를 비교하는 연구가 있기를 바란다.

V. 결 론

건강한 성인 20명을 무작위로 경피신경 자극 10명과 미세전류신경근 자극 10명으로 나누어 β -endorphin과 동통역치에 미치는 영향을 알아보기 위하여 경피신경 자극과 미세전류신경근 자극을 적용 전, 적용 직후, 적용 후 25분에 β -endorphin과 동통역치를 각각 측정하여 시간 변화에 따른 각각의 변화를 실험한 결과는 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 시간 변화에 따른 경피신경 자극과 미세전류신경근 자극간에는 β -endorphin 농도 변화는 유의한 차이가 없었다. 그러나 동통역치에 있어서 적용전과 적용 직후에는 차이가 없었으나, 적용 후 25분에 기록된 값은 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

2. 경피신경 자극군의 시간별 β -endorphin은 적용 직후에 14.40 ± 3.098 로 가장 높게 기록 되었으며 시간이 경과함에 따라 낮게 감소하는 경향을 보였으나, 동통역치는 적용후 25분이 2.92 ± 0.483 으로 가장 높게 나타났다.

3. 미세전류신경근 자극군의 시간별 β -endorphin은 적용 직후에 14.20 ± 3.967 로 가장 높았으며 시간이 경과함에 따라 급속히 감소하는 경향을 보였고, 동통역치에 있어서는 적용 직후가 2.49 ± 0.617 로 가장 높게 나타났다.

4. 시간 변화에 따른 경피신경 자극의 β -endorphin의 농도에서는 적용 전과 적용 직후에 유의한 차이가 있었고($p < 0.05$), 동통역치는 적용 전과 적용 직후, 적용 전과 적용후 25분 사이에 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 미세전류신경근 자극은 β -endorphin과 동통역치에 크게 영향을 미치고 있지 않았다.

이와 같은 결과를 미루어 볼 때 경피신경 자극은 β -endorphin농도를 적용직후 증가시켰으며, 동통역치는 적용후 25분까지 증가하는 경향을 보여 진통지속시간이 미세전류신경근 자극기 보다 더 길다는 것을 본 실험에서는 알 수 있었다. 미세전류신경근 자극은 적용 직후 β -endorphin과 동통역치의 농도는 약간 증가하였으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었다.

참 고 문 헌

길호영 외 5인(1989). 경피신경자극이 통증역치와 혈장 Beta-endorphin치에 미치는 영향. 대한통증학회지, 제2권, 제2호, 145-154.

김선영·최홍식·권오윤(1995). Burst형과 고빈도형 경피신경전기자극치료가 실험적 통증역치와 체온에 미치는 영향비교. 대한물리치료사학회지, 제2권, 제2호, 1-15.

김태열(1995). 미세전류신경근자극이 Delayed onset muscle soreness, 혈청 creatine kinase, 최대수익적 등척성 수축에 미치는 영향. 경상북도회 학술대회논문집, 제6권, 1-16.

박정미·조미애·나은우(1992). 분만통증에 대한 경피전기신경자극의 진통효과. 대한제활의학회지, 제16권, 제2호, 182-191.

이경홍(1988). 외이자극이 실험적 피부 동통역치에 미치는 영향. 대한물리치료사협회지, 제9권, 제2호, 59-69.

이재형(1995). 전기치료학. 서울:대학서림.

이재형·박춘서·강정규(1993). 고빈도-저강도 경피신

경전기자극이 혈장 β -endorphin 농도에 미치는 영향. 대한물리치료사학회지, 제5권, 제1호, 39-46.

이재형·박춘서(1994). 저빈도-고강도 경피신경전기자극이 혈장 β -endorphin 과 ACTH,혈청 cortisol 및 요중 17-OHCS농도에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 제6권, 제1호, 5-15.

이충휘(1988). 경피적 전기신경자극이 동통역치에 미치는 영향. 미간행, 석사학위 청구논문, 연세대학교 보건대학원.

조장선·전재균·박래준 (1994). 미세전류가 수부제성 경혈점의 실험적 통증역치에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 제6권, 제1호, 85-93.

정진우(1991). Microcurrent의 통증완화 효과에 대한 고찰. 대한물리치료사학회지, 제12권, 제2호, 195-205.

Ericksson, M.B.E., Sjolund, B.H., and Nielzen, S. (1979). Long term results of peripheral conditioning stimulation as an analgesic measure in chronic pain. *Pain* 6 : 347.

Gersh, M.R.(1992). *Electrotherapy in rehabilitation*. Philadelphia : FA. Davis Company. p26-48, 167-168.

Grimmer, W.(1992). A controlled double blind study comparing the effects of strong burst mode TENS and high rate TENS on painful osteoarthritic knees. *Aust Phys Ther.* 38(1) : 49-56.

Harris, G., and Rollman, G.B.(1983). The validity of experimental pain measures. *Pain* 17 : 369-376.

Hollinger, J.L.(1986). Transcutaneous electrical nerve stimulation after cesarean birth. *Phys Ther.* 66(1) : 36-38.

Hughes, G.S., Lichstein, P.R., Whitlock, D., and Harker, C.(1984). Response of plasma beta-endorphins to transcutaneous electrical nerve stimulation in healthy subjects. *Phys Ther.* 64(7) : 1062-1066.

Jette, D.U.(1986). Effect of different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation on experimental pain. *Phys Ther.* 66(2) : 187-192.

Krause, A.W., Clelland, J.A., Knowles, C.J., and Jackson, J.R.(1987). Effects of unilateral and bilateral auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on cutaneous pain threshold. *Phys Ther.* 67 : 507-511.

Leffmann, D.J., Arnall, D.A., Holmgren, P.R., and Cornwall, M.W.(1994). Effect of microamperage stimulation on the rate of wound healing in rats : A histological study. *Phys Ther.* 74(3) : 195-200.

Lein, D.H., Clelland, J.A., Knowles, C.T., and Jackson,

- J.R.(1989). 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.
- Leo, K.C., Dostal, W.F., Bossen, D.G., et al(1986). Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation characteristics on clinical pain. *Phys Ther.* 66(2) : 200-205.
- Long, D.M., and Hagfors, N.(1975). Electrical stimulation in the nervous system: The current status of electrical stimulation of the nervous system for relief of pain. *Pain* 1 : 109.
- Longgardi, A.G., Clelland, J.A., Knowles, C.J., and Jackson, J.R.(1989). Effects of auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on distal extremity pain: A pilot study. *Phys Ther.* 69(1) : 10-17.
- Malizia, E., Andreucci, G., Paolucci, D., et al(1979). Electroacupuncture and peripheral β -endorphin and ACTH levels. *Lancet* 8 : 535-536.
- Mannheimer, J.S.(1978). Electrode placements for transcutaneous electrical nerve stimulation. *Phys Ther.* 58(12) : 1455-1462.
- McCarthy, J.A., and Zigenfus, R.W.(1978). Transcutaneous electrical nerve stimulation: An adjunct in the pain management of Guillain-Barre syndrome. *Phys Ther.* 58(1) : 23-24.
- Melzack, R., Vetere, P., and Finch, L.(1983). Transcutaneous electrical nerve stimulation for low back pain. *Phys Ther.* 63(4) : 489-493.
- Millea, T.P.(1983). Transcutaneous electrical nerve stimulation in the management of nonoperative intraabdominal pain. *Phys Ther.* 63(8) : 1280-1282.
- Moore, D.E., and Blacker, H.M.(1983). How effective is TENS for chronic pain? *Am J Nursing.* 83 : 1175-1177.
- Noling, L.B., Clelland, J.A., Jackson, J.R., and Knowles, C.J.(1988). Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation at auricular points on experimental cutaneous pain threshold. *Phys Ther.* 68(3) : 328-332.
- O'Brien, W.J., Rutan, F.M., Sanborn, C., and Omer, G.E.(1984). Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on human blood β -endorphin levels. *Phys Ther.* 64(9) : 1367-1374.
- Oliveri, A.C., Clelland, J.A., Jackson, J., and Knowles, C.(1986). Effect of auricular TENS on experimental pain threshold. *Phys Ther.* 66 : 12-16.
- Paris, D.L., Baynes, F., and Gucker, B.(1983). Effects of the neuroprobe in the treatment of second-degree ankle inversion sprains. *Phys Ther.* 63(1) : 35-40.
- Rieb, L., and Pomeranz, B.(1992). Alterations in electrical pain thresholds by use of acupuncture-like transcutaneous electrical nerve stimulation in pain-free subjects. *Phys Ther* 72(9) : 658-667.
- Salar, G., Job, L., and Mingrino, S.(1981). Effect of transcutaneous electrotherapy on CSF β -endorphin content in patients without pain problems. *Pain* 10 : 169.
- Schomburg, F.L., and Carter-Baker, S.N.(1983). Transcutaneous electrical nerve stimulation for post-laparotomy pain. *Phys Ther.* 63(2) : 188-193.
- Shade, S.K.(1985). Use of transcutaneous electrical nerve stimulation for a patient with a cardiac pacemaker. *Phys Ther.* 65(2) : 206-208.
- Stratton, S., and Smith, M.M.(1980). Postoperative throtacotomy effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on forced vital capacity. *Phys Ther.* 60(1) : 45-47.
- Taylor, A.G., West, B.A., Simon, B., Skelton, J., and Rowlingson, J.C.(1983). How effective is TENS for acute pain? *Am J Nursing.* 83 : 1171-1174.
- Wolf, S.L.(1978). Perspectives on central nervous system responsiveness to transcutaneous electrical nerve stimulation. *Phys Ther.* 58 : 1443-1449.