



■ 윤미정, 이완희¹

■ 삼육대학교 대학원 물리치료학과, ¹삼육대학교 물리치료학과

The Effect of Current Perception Threshold and Pain Threshold through Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation and Silver Spike Point Therapy

Mi-Jung Yun, PT, MSc; Wan-Hee Lee, PT, PhD¹

Department of Physical Therapy, Graduate school of SahmYook University; ¹Department of Physical Therapy, SahmYook University

Purpose: This study was designed to compare the effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and silver spike point (SSP) therapy on current perception threshold (CPT) and mechanical pain threshold (MPT).

Methods: Forty-five healthy adult male and female subjects were studied. Fourteen of them were males and twenty-one were females. Subject were randomly assigned to receive; (1) TENS (80/120 Hz alternating frequency), (2) SSP (3 Hz), or (3) no treatment (control group). Electric stimulation was applied over LI4 and LI11 on acupuncture points of the left forearm for 30 minutes. CPT and MPT were recorded before and after electrical stimulation. The data were analyzed using linear mixed models, with group treated as a between subject factor and time a within-subject factor.

Results: At 30 minutes after cessation of electrical stimulation the CPT of C fibers and A δ fibers was reduced in the TENS group that of C fibers was reduced in the SSP group ($p < 0.05$). After cessation of electrical stimulation, the MPT of C fibers and A δ fibers increased in the TENS group, and that of A δ fibers increased in the SSP group ($p < 0.05$).

Conclusion: After TENS and SSP stimulation, MPT of C fibers and A δ fibers were selectively increased. In particular, the TENS group showed increases in both C and A δ fibers, while the SSP group showed increases only in A δ fibers.

Keywords: Transcutaneous electrical nerve stimulation, Silver spike point therapy, Current perception threshold, Pain threshold

논문접수일: 2011년 11월 15일

수정접수일: 2011년 2월 19일

게재승인일: 2011년 2월 26일

교신저자: 이완희, whlee@syu.ac.kr

1. 서론

국제통증연구협회(International Association for the Study of Pain, 2008)에 따르면 “통증이란 잠재적이고 실제적인 조직 손상과 연관되거나 이러한 손상에 관련하여 표현되는 감각적이고 감성적인 불쾌한 경험이다”라고 정의 하였고, 이러한 통증은 감각의 식별요소인 각기 다른 통각수용계의 반응과 동기 및 정서와 관련된 변연계의 반응, 그리고 인지와 평가를 대뇌피질에서 객관적으로 해석하는 것이다.¹ 그리고 통증은 침해수용성 통

증과 염증성 통증인 필요한 통증과 신경병증성 통증과 기능성 통증인 불필요한 통증으로 구분된다.²

전기자극은 통증치료³와 운동기능조절,⁴ 조직치유⁵⁻⁶와 자율신경성반응⁷ 및 교감신경성반응⁸과 관련된 여러 분야의 연구가 이루어지고 있다. 물리치료에서 가장 광범위하게 사용되는 통증조절은 척수에서 유해수용 정보를 고위중추로 전달하는 것을 조절하는 것으로 굵은 구심성 섬유(A α 와 A β 섬유)와 가는 구심성 섬유(A δ 와 C섬유)의 상대적인 활성화에 의해서 영향을 받으며,⁹ 굵은 직경의 구심성 섬유들은 피부, 근육, 관절 등에 있

는 수용기에 직접적으로 간단한 기계적 자극을 가하는 방법들에 의하여 활성화 될 수 있고, 이와 같은 자극은 인공 전기자극을 포함한다.¹⁰

경피신경 전기자극(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)은 비침습적인 통증조절을 위한 치료 방법으로, 인체의 피부를 통해 간편하고 부작용이 없는 통증 치료법이라 할 수 있다.¹¹ TENS와 관련된 연구는 국소적 방법과 특성에 초점을 맞추고 임상과 관련된 자극 기술에 대하여 평가하는 경향을 보이고 있다.¹² Brosseau 등¹³은 치료부위, 치료시간, 주파수, 자극강도를 적용하는 방법에 대한 TENS 효과에 대한 자료가 부족하다고 하였고, Cheing과 Chan¹¹은 최대의 통증 감소 효과를 보기 위하여 전기 자극에서 고려해야 할 것은 주파수, 파동넓이, 진폭, 자극시간, 전기배열을 조절하는 것이며, TENS는 다양한 통증 상황에서 여러 가지 방법으로 고려되지만 적절한 자극에 대한 합의는 적다고 하였다.

은침 전기자극 치료(silver spike point therapy, SSP)는 저주파 전기치료와 침술효과를 응용하여 전극을 효과점에 배치하고 저주파 통전을 실시하는 효과점 표면 침점 자극요법이며,¹⁴ SSP전극을 사용하는 TENS라고 할 수 있다.¹⁵

TENS와 SSP의 효과를 증명하는 연구가 시행되긴 하였지만 이론을 뒷받침 해 줄 만큼 충분한 연구가 아직 시행되지 못하였고, TENS에 대한 주파수 등을 포함한 다양한 자극지표에 대한 연구는 있으나 전극의 형태에 따른 효과의 연구는 거의 없다. 그리고 전기적 감각역치와 통증역치는 통증환자의 감각과 통증을 평가하는 도구로서 통증과 관련된 증상의 변화를 알 수 있게 해주는 가치가 있다고 하였다.²⁴

그래서 전극의 형태와 주파수의 특징으로 분류되는 TENS와 SSP를 보다 효과적으로 통증치료에 사용하기 위해서 CPT(current perception threshold) 측정 기구를 이용하여 5 Hz, 250 Hz, 2,000 Hz 주파수 자극을 발생시켜 각각 C섬유, Aδ 섬유, Aδ 섬유에 선택적으로 자극을 주어 각각의 섬유에 어떠한 효과를 미치는지에 대하여 감각신경섬유별 전류지각역치 및 기계적 통증역치 변화를 알아보고, 통증치료를 위한 보다 효과적인 전기치료의 방법을 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

연구는 인천시에 거주하는 건강한 남, 여 45명을 선정하여 대상자들에게 실험 전반에 관한 상세한 설명 후 실험에 참여하는 동의서를 받고 무작위로 세 집단으로 나누었다. 모든 대상자는 순환계, 신경계 및 근골격계의 이상이 없고 실험 24시간 전부

터 술을 비롯하여, 진통제, 항우울제 등의 약물을 복용하지 않았으며, 이전에 방사선 치료를 받았거나 악성 종양이 있는 사람, 피부 질환이 있는 사람 등은 실험에서 제외하였다.

경피신경 전기자극군, 은침 전기자극군, 대조군의 일반적 특성은 세 군 모두 동질 한 것으로 나타났다(Table 1).

Table 1. Homogeneity test for general characteristics (N=45)

	TENS (n=15)	SSP (n=15)	Control (n=15)	X ² /F
Gender				
Male	5	4	5	0.28
Female	10	11	10	
Age (yrs)	40.00±11.78	31.55±10.69	36.00±10.71	1.61
Height (cm)	166.91±7.90	164.73±8.02	167.00±8.47	0.28
Weight (kg)	64.18±11.16	60.82±11.47	59.75±8.09	0.50

All data are means±SD

No significant difference was found between groups

2. 실험방법

1) 실험절차

연구 대상에게 검사에 대한 충분한 설명을 하고, 무작위로 경피신경 전기자극군, 은침 전기자극군, 대조군으로 나누었다. 대상자는 침대에 누운 후 근육의 이완을 위해 5분간 휴식을 취한 후 실험 전 검사부위와 전기 자극 부위의 피부를 깨끗이 하고 각각의 대상 군에 양적인 감각신경 테스트 장비 (Neurometer[®] CPT/C, Neurotron, 미국)를 이용하여 마이크로프로세서로 조절되는 신경자극기에 전도성 매질인 젤을 입힌 두 개의 전극을 왼쪽 손가락 제 1수지의 원위지관절 양측 면에 고정하였다.²⁵

전극을 통해 경피신경 전기자극 전류를 각각 0 mA에서 9.99 mA의 강도로 흐르게 하였다. CPT의 1단위는 0.01 mA(10μA)에 해당하며 0.1단위(0.001 mA)에서 999단위(9.99 mA)의 범위를 가진다. 사전 검사인 지각전류역치 및 기계적 통증역치를 주파수별 2000 Hz, 250 Hz, 5 Hz로 측정 후 경피신경 전기자극과 은침 전기자극을 합곡(LI4)과 곡지(LI11)에 30분 적용하고, 자극직후, 자극 15분 후, 자극 30분 후 사후 검사로 동일한 부위에서 같은 방법으로 지각전류역치 및 기계적 통증역치를 검사하였다. TENS는 gymna[®]사이 COMBI 200 기구로서 지름 7.4 cm 원형 고주전극을 사용하였고, 교대 주파수 80~120 Hz, 펄스시간은 40 μs을 적용 하였으며, SSP는 NIHON MEDI사의 TM-560/기구로서 지름 2.8 cm의 SSP 전극을 사용하였고, 3 Hz의 고정주파수로 실시하였다. 두 치료군의 강도는 모두 대상자가 ‘강하지만 통증을 느끼지 않는 정도’의 고강도로 적용 하였다.^{26,27}



Figure 1. Neurometer[®]CPT/C

2) 측정 도구와 자료 수집 과정

CPT검사는 신경섬유의 선택적 말초신경 기능 평가와 정량적인 전기 생리학적 진단법으로 사용되는 장비이며, 측정자내의 상관성은 0.81에서 0.86사이였고, 측정자간 상관관계수(ICC)는 0.75이상으로 높은 신뢰도를 가지고 있다.²⁸

전류지각역치 측정은 수동으로 검사하였다. 먼저 2000 Hz의 자극의 세기 001(0.01 mA)부터 주기 시작하여 피검자가 전류 감각을 느낄 때까지 증가시키고, 전류를 증가시키는 도중에 환자가 전극에 접촉된 피부에서 전류감각을 느끼기 시작하면 그 자극의 세기에서부터 단순맹검법으로 피검자에게 6회에서 10회 정도의 실제 자극이나 거짓자극을 주어 20 μ A의 오차 한계 내에서 지각역치를 측정하였다. 그 다음에 250 Hz, 5 Hz 자극에서 얻어지는 전류지각역치 역시 상기와 같은 방법으로 측정하였다.

기계적 통증역치 측정은 침해 자극을 계단상으로 주었을 때, 대상자가 불쾌감을 넘어 통증으로 느끼는 신경 섬유의 선택적인 전기자극량을 정량적으로 측정하였다. 통각역치 측정은 n-CPT mode로 검사하였다. 먼저 2,000 Hz로 자극하면서 피검자에게 원격 조절 상자의 스위치를 눌러 자극이 자동적으로 계단형식으로 증가되는 지속적 자극이 발생하는 도중에 피검자가 전극에 접촉된 피부에서 통각을 느끼는 순간 스위치를 놓게 하였을 때 나타나는 역치와 수동으로 전류를 증가시키는 도중에 환자가 전극에 접촉된 피부에서 불쾌감을 넘어 통증이 시작되는 시점에서 바로 '아' 하는 음성 신호를 보내도록 하여 그 순간 측정치를 기록하여, 두 가지 수치의 평균을 통각역치로 하였다. 그 다음에 250 Hz, 5 Hz 자극에서도 상기와 같은 방법으로 기계적 통각역치를 측정하였다.

3. 자료분석

본 연구는 SPSS 12.0K 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성과 변수에 대한 Kolmogorov-Smirnov에 의한 정규성검정을 한 결과 모든 변수는 정규분포 하는 것으로 나타

났다. 반복측정분산분석(repeated measures ANOVA)을 이용하여 TENS와 SSP의 치료의 시간에 따른 전류지각역치와 기계적 통증역치를 통계처리 하였다. 반복측정분산분석은 이 연구에서 측정 시간에 따른 전류지각역치와 기계적 통증역치의 변화 양상의 차이를 비교하기 위하여 실시하였다. 그리고 집단별, 측정시점별 비교검토는 일원배치분산분석(one way ANOVA)를 이용하였다. ANOVA에서 사후분석은 통계적 의의가 있으면 LSD 방법으로 다중비교 검증을 하였고 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 결과

측정시점별 5 Hz의 전류지각역치는 경피신경 전기자극군과 은침 전기자극군에서 자극전 값과 비교하여 자극 30분후에만 유의하게 감소하였고($p<0.05$), 250 Hz 전류지각역치는 경피신경 전기자극군에서 자극전 값과 비교하여 자극30분후에만 유의하게 감소하였으며($p<0.05$), 2,000 Hz 전류지각역치에서는 유의한 차이가 없었다(Table 2). 그리고 전체 시기별 집단들의 변화 양상의 차이는 5 Hz의 전류지각역치에서 집단 구분 없이 반복 측정 시점에 따라 전류지각역치의 차이가 유의하게 나타났으나 ($p<0.05$), 측정시점과 그룹의 교호작용은 효과를 검정하는 방법에 따라 다르게 나타나 집단별 전류지각역치 변화 양상이 유의하다고 판정하기 어려웠다. 그리고 집단별 측정시점별 비교 검토에서도 세 군간 유의한 차이가 없었다(Table 2).

측정시점별 5 Hz의 기계적 통증역치는 경피신경 전기자극군에서만 자극전 값과 비교하여 자극직후와 자극 15분후에만 유의하게 증가하였고($p<0.05$), 250 Hz 기계적 통증역치는 경피신경 전기자극군에서 자극전 값과 비교하여 자극직후에 유의하게 증가하였으며($p<0.05$), 은침 전기자극군은 자극전 값과 비교하여 자극직후, 자극 15분후, 자극 30분후에 유의하게 증가하였고($p<0.05$), 2,000 Hz 기계적 통증역치에서는 유의한 차이가 없었다(Table 3). 그리고 전체 시기별 집단들의 변화 양상의 차이는 5 Hz, 250 Hz의 기계적 통증역치에서 집단구분 없이 반복측정 시점에 따라 기계적 통증역치의 차이가 유의하게 나타났고($p<0.05$), 측정시점과 그룹의 교호작용도 유의해서 ($p<0.05$), 전기자극이 기계적 통증역치에 변화 양상의 차이에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 집단별 측정시점별 비교 검토에서는 세 군간 유의한 차이가 없었다.

IV. 고찰

지각 말초신경속에 굵은 유수 신경섬유(A β 섬유), 가는 유수 신

Table 2. Changes of current perception threshold (CPT) (N=45)

		TENS (n=15)	SSP (n=15)	Control (n=15)
5 Hz CPT (μA)	Pre S	47.27±19.45	55.55±15.65	57.33±23.41
	Post S	43.36±20.35	44.09±15.78	51.00±19.34
	Post S 15min	36.45±18.26	46.18±17.36	51.53±18.90
	Post S 30min	31.55±14.37*	43.09±15.82*	50.07±19.17
250 Hz CPT (μA)	Pre S	71.09±20.30	78.36±25.69	78.47±21.15
	Post S	71.00±24.89	75.64±30.65	73.67±24.16
	Post S 15min	63.55±25.54	76.09±33.10	74.20±24.44
	Post S 30min	57.73±26.35*	76.09±33.96	72.96±25.87
2000 Hz CPT (μA)	Pre S	212.91±63.20	189.45±39.76	208.67±55.98
	Post S	219.09±69.71	202.64±64.54	188.07±46.97
	Post S 15min	188.91±80.46	197.27±61.26	191.93±47.07
	Post S 30min	190.73±86.55	195.91±74.22	189.67±44.70

S: stimulation
All data are means±SD
*p<0.05

Table 3. Changes of mechanical pain threshold (MPT) (N=45)

		TENS(n=15)	SSP(n=15)	Control(n=15)
5 Hz MPT(μA)	Pre S	162.18±83.41	203.45±116.10	174.47±153.18
	Post S	244.64±142.91*	201.09±115.87	176.47±201.46
	Post S 15min	204.45±99.08*	199.18±112.20	182.53±190.14
	Post S 30min	181.45±102.73	222.18±121.30	183.47±204.84
250 Hz MPT(μA)	Pre S	203.18±107.80	220.36±114.49	208.60±133.00
	Post S	249.27±134.14*	286.36±143.21*	213.33±165.48
	Post S 15min	227.73±127.67	271.36±145.20*	216.53±157.02
	Post S 30min	226.27±128.71	277.91±143.17*	217.60±160.18
2000 Hz MPT(μA)	Pre S	554.91±240.85	568.55±305.90	463.80±256.94
	Post S	559.09±246.61	636.73±299.33	461.00±266.60
	Post S 15min	560.09±250.74	622.27±246.59	458.73±267.00
	Post S 30min	568.18±281.67	669.82±285.61	466.53±266.98

S: stimulation
All data are means±SD
*p<0.05

경섬유(A β 섬유), 무수 신경섬유(C섬유)가 혼재하고 있다. 굵기가 다른 신경섬유는 각각 신경 섬유 표면에서의 이온 채널양이 다르므로 특유의 불응기를 가진다. 가장 가는 섬유가 가장 긴 불응기를 가지고, 역치가 가장 높기 때문에, 활동 전위의 발생을 위해서는 긴 탈분극이 필요하다. CPT검사는 각 신경섬유의 탈분극이 자극 전류의 주파수에 의존하는 것을 이용하는데, 각기 다른 주파수의 사인파 자극에 의해 신경 섬유 굵기에 따른 흥분을 얻는다. 즉 5 Hz에서의 저주파 자극에서는 말초 신경을 비교적 장시간 자극하는 것에 비하여, 2000 Hz 자극은 너무

빠르기 때문에 (0.25 ms depolarization phase) 굵은 유수 A β 섬유만 탈분극 되어 반응이 유발된다. 느리게 반응하는 무수 C 섬유는 반응이 유발하기 위해 10 ms까지의 탈분극 자극이 필요하므로 2000 Hz 빠른 자극에는 반응하지 않는다. 자극이 천천히 전달되는 5 Hz의 느린 빈도의 자극을 가했을 때는 적응이 되어 막간 전위가 유지되고 탈분극은 일어나지 않는다. 이러한 전류지각역치는 지속적인 교류로서 조직의 저항 변화에 영향을 받지 않도록 자극 전류를 일정하게 표준화했기 때문에 저항의 변화에 대해 항상 일정한 전류를 유지하는 능력이 있으므로

로 측정값에 신뢰성을 내포 하게 된다.²⁹

Walsh³⁰는 TENS의 자극 부위로 해부학적인 면에서 볼 때, 아픈 부위, 말초신경, 척수신경분절, 특별한 점에 적용하여야 한다고 하였는데, 본 연구는 무통 효과에 가장 적절한 적용 부위는 침점적용이라고 한 선행 연구³¹를 바탕으로 전기자극 적용 부위를 특별한 점인 침점을 자극하였고, 그 침점인 합곡(LI4)과 곡지(LI11)가 척수분절의 감각영역에서 C6에 가장 근접하며, Neurometer[®]CPT/C의 사용에서 척수분절별 측정부위는 C6일 경우 제 1수지의 원위지관절 양측 면에서 측정하기 때문에 측정부위로 설정하였다.

본 연구 결과 경피신경 전기자극의 전류지각역치는 5 Hz와 250 Hz에서 자극 30분후에 유의하게 낮아 졌고, 은침 전기자극의 전류지각역치에서는 5 Hz에서 자극 30분후에 유의하게 낮아 졌으나, 측정시점과 그룹간의 변화 양상에서 교호작용이 나타나지 않아 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 건강한 성인을 대상으로 80 Hz의 고주파수, 고강도의 TENS 자극을 20 분간 전완부의 내측 배면에 적용 후 감각역치 차이를 본 연구³²에서 고주파수 TENS 자극 후 전기적감각역치가 증가하였으나, 본 실험결과에서는 유의한 차이가 나타나지 않은 것은 감각역치는 정상과 비정상을 구분하는 해석방법이 복잡하고,³³ 실험결과에서 대상군의 각성 상태의 상승과 반복 측정으로 인한 학습 효과(learning effect)에 의한 감각 판별력의 증가^{24,32}로 생각해 볼 수 있다.

경피신경 전기자극에서 기계적 통증역치는 5 Hz에서 자극 직후, 자극 15분후와 250 Hz에서 자극직후에 유의하게 증가하였고, 은침 전기자극에서 기계적 통증역치는 250 Hz에서 자극직후, 자극 15분후, 자극 30분후에서 유의하게 증가하는 것으로 나타났고 측정시점과 그룹의 교호작용도 유의해서, 전기자극이 기계적 통증역치에 변화 양상의 차이에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 집단별 측정시점별 비교 검토에서는 세 군간 유의한 차이가 없었다. 세 군간 유의한 차이가 나타나지 않은 것은 실험 대상자의 역치 값이 넓게 분포하여 통계적으로 유의하지 않았거나, 실험 대상자가 정상인을 대상으로 했기 때문일 수 있다고 생각된다. 그리고 실험적인 통증지각의 가변성은 성별, 심리적 요소(가속 영향, 기대, 감정, 학력 등), 생물적 특징(호르몬의 상태와 심혈관의 반응성), 실험적 가변성(통증유도방법, 대상자의 지시에 대한 이해, 테스트에 대한 친근함과 개인적 오차 등)이 포괄적으로 포함되고,¹² 개성, 문화배경, 동기 정도와 상호작용에 의해 더 현저하게 영향을 받는다고 하였다.¹¹

집단별로 차이는 없었지만 두 개의 자극군에서 일부 측정시기에 자극전과 비교하여 유의한 결과가 나온 것은 의미 있다고 사려된다.

Cox 등¹⁷은 20~80 Hz 경피신경 전기자극 효과가 가장 통증 감소에 유의하다고 하였고, Walsh 등^{18,19}은 110 Hz 고주파수와 200 μ s의 펄스폭으로 주어진 자극이 말초신경 전도 잠복기와 기계적 통증역치를 증가시키나, 저주파수 4 Hz 저주파수는 유의하지 않았다고 하였다. Walsh 등¹⁹ 다른 펄스시간(50 μ s와 200 μ s)과 주파수(4 Hz와 110 Hz)의 전기자극에서 110 Hz, 200 μ s를 실시한 그룹이 주요하게 음성최고잠복기와 통증역치, 촉각역치가 증가하였다. 이 연구에서 TENS는 비록 중추효과는 아니지만 직접적으로 말초에 영향을 주어 진통효과를 얻을 수 있다고 하였다. Buonocore와 Camuzzini²⁰은 100 Hz의 고주파수 경피말초신경 자극은 치료 동안과 치료 후에 모두 열 통증역치가 증가한다고 하였고, Chen과 Johnson¹¹은 고강도(강하고 통증이 없는 강도)로 80 pps(pulse per second)와 30 pps의 자극을 비교 하였는데, 고강도 80 pps의 자극을 받은 대상자가 더 많이 압통역치가 증가하였는데, 이것은 TENS의 높은 비율의 자극이 중추신경 시스템으로의 구심성 입력을 더욱 강하게 하고, 침해수용기의 전달을 억제하는 관문조절설과 같은 선상에 있다고 하였다. 반면에, 저주파수가 유의하다는 주장으로 Chesterton 등²¹은 주파수(4 Hz 또는 110 Hz), 고강도, 자극면(분절, 비분절 또는 분절과 비분절의 혼합), 펄스시간 200 μ s로 한 연구에서 저주파수, 고강도, 비분절 자극이 빠른 진통완화가 나타났다. TENS의 강도에 대해서는, Claydon 등²³이 고강도 자극이 주파수보다는 많은 영향이 있다고 언급하였고 Aarskog 등¹⁶은 TENS 자극을 반대 측에 실시하거나 통증 부위와 거리가 있거나 대상자가 강하다고 느끼는 단계가 되지 않으면 비효과적이라고 하였다. 그리고 Gladys 등¹¹은 침점(곡지, LI11)과 말초신경(요골신경)의 자극부위에 따른 TENS(4 Hz, 200 μ s)적용에서 두 그룹 모두 기계적 통증 역치는 증가하였으나 대조군과 비교한 세 그룹에서는 차이가 없었다고 하였다.

본 연구에서 TENS 자극은 만성 및 급성 통증을 전달하는 C와 A δ 섬유의 통증역치가 증가하였고 C섬유의 증가가 A δ 섬유보다 길게 나타났는데 이것은 기전이 관문조절설 선상에 있다고 생각되며 SSP 자극은 급성통증을 전달하는 A δ 섬유의 통증역치가 증가하였고, C섬유의 역치 증가는 보이지는 않았는데, 이것은 관문조절설 만으로는 설명되지 않는다고 생각되고 침의 효과가 시술 후 30분 이후에 나타난다는 연구³⁷를 고려한다면 이 연구에서는 SSP의 침의 효과가 나타나기 전에 실험을 종료 하였을 수도 있다고 생각한다. 그리고 감각신경계에서 받아들여지는 신경계의 기전을 고려해보면 치료기기의 영향보다는 주파수의 차이에 따른 효과가 종속변수에 미치는 영향이 더 크지 않으나 생각된다. 따라서 다음 연구에서는 TENS에서 다양한 고주파수와 저주파수의 비교연구나 TEN와 SSP의 저주파

수 자극간 비교 연구 등이 필요하리라 사려된다.

그리고 본 연구에서 일부 대상자에서 측정부위에서 미세전류가 남아 있는 것 같은 느낌과 손가락이 얼얼한 느낌을 호소하였는데, 그 증상은 전기적 자극을 동일한 부위에 짧은 시간 반복측정 하였기 때문이라 생각된다. 이것을 보완 한다면 주파수별 대상자를 나누는 것도 하나의 방법일 수 있다고 생각한다. 그리고 본 연구에서 전기자극 30분후에 시간의 경과에 따라 전류지각역치와 통증역치가 변화하는지는 알 수 없었다는 제한점이 있으므로 시간을 더 길게 측정하는 연구도 필요하다고 생각한다.

V. 결론

본 연구는 건강한 성인 45명을 대상으로 TENS와 SSP가 전류지각역치 및 통증역치에 미치는 효과를 구명하고자 경피신경 전기자극군, 은침 전기자극군, 대조군으로 나누어 전류지각역치와 통증역치를 검사하였다. 경피신경 전기자극은 급성통증과 만성통증과 관련된 감각섬유 C와 A δ 에 미치는 효과가 자극 후에서 자극 15분후까지 지속적으로 나타났고, 은침 전기자극은 급성통증과 관련된 감각섬유 A δ 에 자극 30분후까지 영향을 미치는 것으로 나타났다.

그러나 전류지각역치에서는 통증과 관련된 의미 있는 결과는 얻지 못했고, 경피신경 전기자극군, 은침 전기자극군, 대조군의 집단별, 측정시점별 비교 검토에서는 유의한 차이는 없었다. 앞으로는 통증의 원인과 증상에 따라 다양한 질환의 환자를 대상으로 통증 조절 목적에 맞는 전기치료 적용에 대한 연구가 필요하다고 생각한다.

Author Contributions

Research design: Yun MJ, Lee WH

Acquisition of data: Yun MJ

Analysis and interpretation of data: Yun MJ, Lee WH

Drafting of the manuscript: Yun MJ

Research supervision: Lee WH

Acknowledgements

1. 본 논문은 윤미정의 석사학위 논문으로 수행되었음.

참고문헌

1. Oh GS. Basic and therapeutic principle of pain. The Korean

Journal of Headache. 2008;9(1):1-12.

2. Woolf CJ. Pain: Moving from symptom control toward mechanism-specific pharmacologic management. *Ann Intern Med.* 2004;140(6):441-51.
3. Seo SK, Cho WS, Lee JW et al. Effects of auricle electric stimulation on pain, gait and balance in the old aged with knee joint disease. *J Kor Soc Phys Ther.* 2008;20(2):11-7.
4. Cho IS, Jang JS, Kim K et al. The effect of EMG-stim on upper limb function in chronic stroke patients. *J Kor Soc Phys Ther.* 2009;21(2):1-8.
5. Lee HM, Chae YW. Influence of microcurrent therapy I interleukin-1 expression in rheumatoid arthritis rats. *J Kor Soc Phys Ther.* 2009;21(2):103-8.
6. Oh HJ, Kim JW, Kim MS et al. The effect of microcurrent stimulation on histological structure of wound in rat. *J Kor Soc Phys Ther.* 2008;20(1):67-73.
7. Kim JH. The inhibition of hypertension-related response by 17 β -estradiol and the increase of 17 β -estradiol activity by electrical stimulation. *J Kor Soc Phy Ther.* 2009; 21(2):109-16.
8. Choi YR, Lee JW. Changes in Sympathetic Nervous System Responses of Healthy Adult Women with Changes in the Stimulus Intensity of High Frequency Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. *J Kor Soc Phys Ther.* 2010;22(1):61-6.
9. Melzack R, Wall PD. Pain mechanism a new theory. *Science.* 1965;150(699):971-9.
10. Kitchen S. *Electrotherapy: evidence-based practice.* 11th ed, London, Churchill Livingstone, 2002.
11. Cheing GL, Chan WW. Influence of choice of electrical stimulation site on peripheral neurophysiological and hypoalgesic effects. *J Rehabil Med.* 2009;41(6):412-7.
12. Chesterton LS, Barlas P, Foster NE et al. Gender differences in pressure pain threshold in healthy humans. *Pain.* 2003;101(3):259-66.
13. Brosseau L, Milne S, Robinson V et al. Efficacy of the transcutaneous electrical nerve stimulation for the treatment of chronic low back pain: a meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(6):596-603.
14. Wong RA, Jette DU. Changes in sympathetic tone associated with different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation in healthy subjects. *Phys Ther.* 1984;64(4): 478-82.
15. Min GO. *Electrotherapy.* Seoul, Dae Hak Seo Rim. 2001.

16. Aarskog R, Johnson MI, Demmink JH et al. Is mechanical pain threshold after transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) increased locally and unilaterally? A randomized placebo-controlled trial in healthy subjects. *Physiother ResInt*. 2007;12(4):251-263.
17. Cox PD, Kramer JF, Hartsell H. Effect of different TENS stimulus parameters on ulnar motor nerve conduction velocity. *Am J Phys Med Rehabil*. 1993;72(5):294-300.
18. Walsh DM, Foster NE, Baxter GD et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation. Relevance of stimulation parameters to neurophysiological and hypoalgesic effects. *Am J Phys Med Rehabil*. 1995;74(3):199-206.
19. Walsh DM, Lowe AS, McCormack K et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation: effect on peripheral nerve conduction, mechanical pain threshold, and tactile threshold in humans. *Arch Phys Med Rehabil*. 1998;79(9):1051-8.
20. Buonocore M, Camuzzini N. Increase of the heat pain threshold during and after high-frequency transcutaneous peripheral nerve stimulation in a group of normal subjects. *Eura Medicophys*. 2007;43(2):155-60.
21. Chesterton LS, Barlas P, Foster, NE et al. Sensory stimulation (TENS): effects of parameter manipulation on mechanical pain thresholds in healthy human subjects. *Pain*. 2002; 99(1-2):253-62.
22. Tong KC, LoSK, Cheing GL. Alternating frequencies of transcutaneous electric nerve stimulation: does it produce greater analgesic effects on mechanical and thermal pain thresholds. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(10):1344-9.
23. Claydon LS, Chesterton LS, Barlas P et al. Effects of simultaneous dual-site TENS stimulation on experimental pain. *Eur J Pain*. 2008;12(6):696-704.
24. Lund I, Lundeberg T, Kowalski J et al. Evaluation of variations in sensory and pain threshold assessments by electrocutaneous stimulation. *Physiother Theory Pract*. 2005;21(2):81-92.
25. Smith PJ, Mott G. Sensory threshold and conductance testing in nerve injuries. *J Hand Surg Br*. 1986;11(2):157-62.
26. Kim YJ, Lee EJ, Yi CH et al. Effects of acupuncture-like transcutaneous electrical nerve stimulation and silver spike point therapy on pressure pain sensitivity. *KAUTPT*. 1995;2(2):66-72.
27. Li W, Cobbin D, Zaslowski C. A comparison of effects on regional pressure pain threshold produced by deep needling of LI4 and LI11, individually and in combination. *Complement Ther Med*. 2008;16(5):278-87.
28. Shiiba Y, Sakamoto E, Imamura Y et al. The investigation of practical use of current perception thresholds in the territory of the trigeminal nerve. *Journal of the Japanese Society for the Study of Chronic Pain*. 2001;20(1):126-32.
29. Masson EA, A Veves et al. Current perception thresholds: a new, quick, and reproducible method for the assessment of peripheral neuropathy in diabetes mellitus. *Diabetologia*. 1989;32(10):724-8.
30. Walsh DM, McAdams ET. TENS: clinical application and related theory. New York, W.B. Saunders Company, 1997.
31. Attele AS, Mehendale S, Guan X et al. Analgesic effects of different acupoint stimulation frequencies in humans. *Am J Chin Med*. 2003;31(1):157-62.
32. Lund I, Lundeberg T, Kowalski J et al. Gender differences in electrical pain threshold responses to transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). *Neurosci Lett*. 2005; 375(2):75-80.
33. Technology review: the Neurometer Current Perception Threshold (CPT). AAEM Equipment and Computer Committee. *American Association of Electrodiagnostic Medicine. Muscle Nerve*. 1999;22(4):523-31.
34. Cai W. Acupuncture and the nervous system. *Am J Chin Med*. 1992;20(3-4):331-7.
35. Nathan PW, Rudge P. Testing the gate-control theory of pain in man. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1974;37(12): 1366-72.
36. Chen CC, Johnson MI. An investigation into the hypoalgesic effects of high- and low-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on experimentally-induced blunt pressure pain in healthy human participants. *J Pain*. 2010;11(1):53-61.
37. Han JS, Chen XH, Sun SL et al. Effect of low- and high-frequency TENS on Met-enkephalin-Arg-Phe and dynorphin A immunoreactivity in human lumbar CSF. *Pain*. 1991; 47(3):295-8.