

실험적 냉각 통증 모델에서 경피신경전기자극과 간섭파전류의 진통 효과 비교 : 주파수 50 Hz와 100 Hz

배영현^{1,2*}

¹삼성서울병원 재활의학과, ²삼육대학교 대학원 물리치료학과

The Analgesic Effects of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation and Interferential Currents on the Experimental Cold Pain Model : Frequency 50 Hz and 100 Hz

Young-Hyeon Bae^{1,2*}

¹Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Samsung Medical Center

²Department of Physical Therapy, Graduate, Sahmyook University

요 약 본 연구는 냉각 통증 모델을 이용해 간섭파전류와 경피신경전기자극간에 진통 효과를 비교하고자 하였다. 16명의 대상자는 6주기의 냉각 통증 모델 검사를 수행하였다. 대상자는 각 주기에서 차가운 물에 손을 담근 후 통증을 호소하는데 걸리는 시간을 이용하여 통증 역치와 시각적통증강도를 이용하여 통증 강도 및 통증 불편감을 측정하였다. 대상자에게 무작위로 각각 간섭파전류 주파수 50 Hz와 100 Hz, 경피신경전기자극 주파수 50 Hz와 100 Hz를 적용하였다. 본 연구에서 4가지 전기자극은 모두 통계적으로 유의하게 통증 역치가 증가하였으나 전기자극간에는 유의한 차이가 없었다. 그리고 통증 강도와 통증 불편감에서는 모두 유의한 차이가 없었다. 결론적으로 현재의 실험 조건에서 4가지 전기자극간에는 유의한 차이가 없었으나 주파수 50 Hz의 간섭파전류가 다른 전기자극보다 적용시 더 편안하였다.

Abstract The aim of this single blind intervention study was to compare the analgesic effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential currents (IFC) on cold-induced pain in healthy volunteers. Sixteen subjects completed six cycles of the cold-induced pain test. During each cycle pain threshold was recorded as the time from immersion of the subject's hand in cold water to the first sensation of pain and pain intensity and unpleasantness ratings were recorded using visual analogue scales. Subjects were randomly allocated to receive each 50 Hz-TENS, 50 Hz-IFC, 100 Hz-TENS and 100 Hz-IFC. Statistical analysis showed that four interventions elevated the cold pain threshold significantly and the difference between interventions was not simply significant. But, no significant differences were identified in pain intensity and unpleasantness ratings. We conclude that there were no differences in the analgesic effects of the four interventions under the present experimental conditions. But, 50 Hz-IFC has been shown to be more comfortable than other interventions.

Key Words : Analgesia, Experimental cold pain model, IFC, TENS

1. 서론

전기자극은 근골격계 손상, 신경계 손상 등 다양한 질환에 근력 및 근지구력 강화, 경직 조절, 통증 완화, 순환

촉진 및 부종 관리 등 다양한 효과를 목적으로 사용되고, 그 중 통증 완화 목적으로 가장 널리 쓰이고 있다[1-3]. 전기자극 중 경피신경전기자극 (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation; TENS)과 간섭파전류 (Interferential

*Corresponding Author : Young-Hyeon Bae

Tel: +82-10-5130-6185 email: baeyhbbb.bae@samsung.com

접수일 12년 07월 11일

수정일 12년 08월 07일

게재확정일 12년 09월 06일

Currents; IFC)는 만성과 급성 통증 완화를 위해 널리 사용되고 있다[4-7]. 간섭파전류는 고정식 장비로 가격이 비싸며 전기 소스(source)를 필요로 하고 깊은 조직을 자극하는 반면, 경피신경전기자극은 저렴하며 배터리를 이용한 휴대용 장비가 존재하고 표면 조직을 자극한다고 알려져 있다[8].

통증 완화 효과를 검증하기 위해서 소비되는 시간과 비용에 비하여 강도나 범위를 조절하기 어려운 임상적 통증을 대신해 실험적 통증 모델을 이용하고 있다. 실험적 통증 모델에는 압력 통증, 허혈 통증, 냉각 통증과 열 통증 모델 등이 이용된다[9].

실험적 통증 모델에서 경피신경전기자극과 간섭파전류를 이용하여 위약군과 비교하거나 각 전기자극내에서 다양한 주파수간 비교한 연구들이 진행되었다[9-19]. 그리고 경피신경전기자극과 간섭파전류 두 전기자극을 직접적으로 같은 주파수를 이용하여 통증 완화 효과를 비교한 연구가 실험적 통증 모델에 따르면 냉각 통증 모델, 열 통증 모델, 허혈 통증 모델에서 있었고 주파수에 따르면 주파수 50 Hz 및 100 Hz에서 있었다[20-23].

실험적 냉각 통증 모델에서 주파수 50 Hz의 간섭파전류와 경피신경전기자극간에 통증 역치를 비교한 Ward 등[24]은 경피신경전기자극과 간섭파전류 적용 후 통증 역치가 모두 유의하게 증가하였지만 두 전기자극간에 유의한 차이는 없었고 전기자극 적용시 간섭파전류가 경피신경전기자극 보다 대상자들에게 더 편안함을 주고 통증 완화 효과도 더 크게 느끼는 것으로 나타났다. 그리고 주파수 100 Hz를 이용한 Johnson과 Tabasam[25]은 간섭파전류와 경피신경전기자극간에 통증 역치가 유의한 차이를 보이지 않았지만 두 전기자극 모두 위약군 보다 통증 역치가 유의하게 증가하였고 통증 강도와 불편감 정도는 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 비슷한 연구를 실시한 Shanahan 등[26]의 연구에서는 통증 강도와 불편감 정도는 군간에 유의한 차이를 보이지 않았지만 경피신경전기자극이 간섭파전류보다 유의하게 통증 역치가 더 높게 증가하였다. 따라서, 간섭파전류와 경피신경전기자극의 주파수 50 Hz은 통증 완화 효과는 높지만 불편감은 낮다고 알려져 있으며 간섭파전류와 경피신경전기자극의 주파수 100 Hz도 자극이 강하지만 통증 완화 효과가 높고 편안하다고 보고하였다.

이와 같이 실험적 냉각 통증 모델에서 같은 주파수에 따른 간섭파전류와 경피신경전기자극간에 통증 완화 효과 비교 연구가 있었고 대상자가 느끼는 편안함 정도 및 효과 여부에 대한 연구는 주파수 50 Hz에서만 연구되었다. 그러나 주파수가 다른 50 Hz 및 100 Hz 경피신경전기자극과 간섭파전류간에 통증 완화 효과와 대상자가 느

끼는 편안함 정도 및 통증 완화 효과에 대해 함께 비교한 연구는 거의 없는 실정이다.

여러 가지 실험적 통증 모델에서 냉각 통증 모델은 통증 완화를 평가하기 위해 통증 역치 변화, 통증 불편감과 통증 강도를 이용할 수 있고 다른 통증 모델에 비해 연부 조직 손상을 줄 위험이 적고 안전하여 연구 진행이 활발히 이루어지고 있다[21,27-32].

따라서, 본 연구는 냉각 통증 모델을 이용하여 통증 완화 효과가 높다고 알려진 주파수 50 Hz 및 100 Hz 경피신경전기자극과 간섭파전류가 통증 역치, 통증 불편감, 통증 강도 변화에 미치는 영향을 비교 분석하여 통증 완화 효과를 검증하고 전기자극 종류에 따른 대상자가 느끼는 편안함 정도 및 효과 여부에 대해 비교 분석하여 네 가지 전기자극의 유용성을 확인하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상자

본 연구의 대상자는 건강한 성인 16명을 대상으로 하였다. 대상자의 선정 기준은 첫째, 병리학적 문제로 인한 통증을 갖고 있지 않는 자. 둘째, 비우세 손에 정형학적, 신경학적, 순환적 문제가 있지 않은 자. 셋째, 전기자극에 의해 피부가 손상당하거나 자극되지 않는 자. 넷째, 각 실험 12시간 전에 진통제나 항염증 약을 복용하지 않은 자. 다섯째, 고혈압이나 저혈압 등 순환계통 문제가 없는 자로 하였고, 대상자들에게 실험 전반에 대한 상세한 설명이 담긴 실험 동의서를 받은 후 지원한 사람들을 대상으로 연구를 진행하였다[24-26].

전체 대상자 16명 중 남자는 8명(50%), 여자는 8명(50%)이었으며 평균 나이는 25.7±1.8세이었다. 그리고 대상자의 평균 키는 171.02±8.94 cm이었으며 몸무게는 61.40±11.30 kg이었고, 본 연구 대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

[표 1] 연구 대상자의 일반적 특성

[Table 1] General characteristics of subjects

변수	Mean±SD or n(%)
나이(세)	25.7±1.8
성별	
남성	8(50%)
여성	8(50%)
키(cm)	171.02±8.94
몸무게(kg)	61.40±11.30

2.2 연구 과정

본 연구에서는 무작위분류 방법과 단일맹검법을 이용하여 대상자에게 50 Hz 경피신경전기자극과 간섭파전류, 100 Hz 경피신경전기자극과 간섭파전류 순서가 적힌 16 개의 불투명 봉투에서 하나를 선택하도록 한 후에 배열된 순서대로 하루 간격을 두고 50 Hz 경피신경전기자극과 간섭파전류, 100 Hz 경피신경전기자극과 간섭파전류 네 가지 전기자극을 실험적 냉각 통증 모델에서 통증 완화 효과의 검증을 실시하였다. 대상자는 선정 기준 적합하고 실험에 동의한 사람으로 실험을 실시하였다. 우세팔은 한 손으로 공받기, 한 손으로 서랍열기, 바늘에 실 끼우기, 가위질, 글씨 쓰기, 망치질, 열쇠 쥐기, 젓가락질, 발톱 깎기, 화장이나 면도질하기 등을 어느 쪽으로 손으로 이용 하는지 질문하여 7가지 이상을 사용한 손의 팔을 우세팔이라 결정하였고, 본 실험에서는 비우세팔에 통증 유발과 전기자극을 적용하였다. 전기 패드를 붙이기 전 전류 장애를 일으킬 수 있는 기름, 각질 등을 제거하기 위해 알코올 면봉으로 비우세팔을 전체적으로 닦아주었다. 냉각 통증 모델은 6개 주기로 이루어져 있고 각 주기 별로 통증역치 시간(초), 통증 불편감과 통증 강도를 측정하였다. 마지막 검사 종료 후에 참가자들은 '4가지 전기자극 중 어떤 것이 더 편안하게 느껴졌습니까?', '4가지 전기자극 중 어떤 것이 통증 완화 효과가 높게 느껴졌습니까?'라는 질문에 대한 설문지를 작성하였다[34-36].

2.3 연구 도구 및 실험 방법

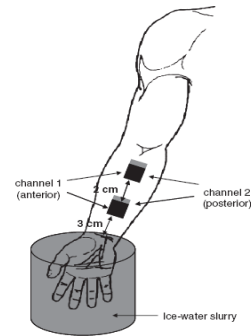
2.3.1 전기 자극 방법

본 연구에서 사용된 전기자극 장비는 경피신경전기자극과 간섭파전류 두 가지 방식 모두 사용 가능한 ES-521 (ITO, 일본)을 사용하여 50 Hz (125-microsecond) 및 100 Hz (200-microsecond biphasic pulsed, continuous pulse pattern)의 경피신경전기자극과 50 Hz generated 4 khz (4-millisecond bursts) 및 100 Hz generated 4 khz (continuous pulse pattern)의 간섭파전류를 적용하였다. 전기자극의 적용은 4개의 5 x 5 cm 크기의 접착식 전극을 비우세팔의 전완 전면에 부착 시킨 후 주기 3, 4에서 근수축이 일어나지 않고 환자가 느끼기에 강하지만 편안한 강도로 그림 1과 같이 적용하였다[25-26,33].

2.3.2 냉각 통증 모델 실험 방법

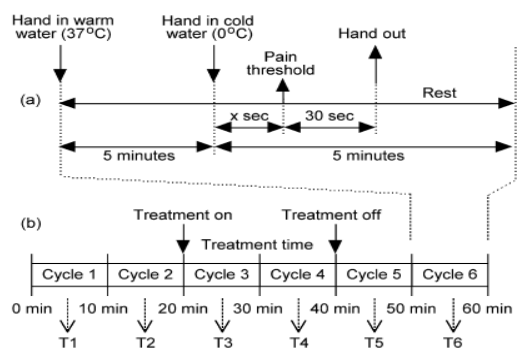
37도의 물과 0도의 물이 담긴 통 2개를 준비한다. 온도를 일정하게 유지하게 하기 위하여 5분 간격으로 온도를 측정하였고 온도가 일정하게 유지되도록 얼음과 50도의 물을 첨가하였다. 대상자에게 실험 방법을 먼저 설명

한다. 실험은 비우세팔을 37도의 물에 손목 주름이 있는 선까지 담그고 5분 동안 유지한 후, 담근 손을 0도의 물로 옮겨 담근다. 0도의 물로 옮긴 후 깊고 둔한 통증을 느끼는 시점을 알려 줄 것을 설명한 후 30초간 더 유지하고 나서 손을 뺀다. 손은 뺀 후 차가운 물에 손을 담근 시점부터 5분이 될 때까지 휴식을 취한다. 이 시점에서 한 주기가 완성되고 37도의 욕조에 손을 다시 담금으로써 다음 주기가 시작된다. 통증 역치는 차가운 물에 담그고 입계점까지 걸린 시간(초)을 기록하였고 통증 불편감과 통증 강도는 시각적통증강도를 이용해 주기 1, 2, 5, 6은 전기자극을 주지 않고 적용하고 주기 3, 4는 경피신경전기자극 또는 간섭파전류를 적용하여 시행하며, 주기당 10분씩으로 총 6주기를 적용하여 총 소요시간은 60분이다. 적용 방법은 그림 2와 같다[24-26].



[그림 1] 팔의 전기자극 위치

[Fig. 1] Location of electrodes on arm



[그림 2] 냉각 통증 모델 방법

[Fig. 2] Cold pain model experimental procedure

2.3 통계 처리

모든 자료는 SPSS 19.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 먼저 전기자극 종류별 전기자극 전인 주기 1, 2의 통증 역치 평균값을 대응표본 t-검정을 이용하여 안정성

을 확인하였다. 주기 1, 2의 통증 역치 평균값을 기준값으로 설정하여 전기자극 중, 전기자극 후과의 차이를 비교하기 위해 일원 분산분석과 사후검정을 실시하였다. 그리고 이원 반복측정 분산분석을 통해 전기자극과 주기에 따른 전기자극 중과 후의 변화를 분석하였다. 유의 수준은 $p<0.05$ 로 하였다.

3. 결과

3.1 통증 역치, 불편감과 강도 변화 비교

주기별 전기자극의 통증 역치, 통증 강도, 통증 불편감의 평균과 표준편차를 구하고 전기자극 전인 주기 1, 2간에 통증 역치, 통증 강도, 통증 불편감에서 유의한 차이를 보이지 않으며 자료의 안정성을 확보하였다(표 2).

전기자극 전인 주기 1, 2의 평균을 기준으로 설정한 후 전기자극 중(주기 3, 4)과 전기자극 후(주기 5, 6)와의 각각 차이를 비교하였을 때, 전기자극 모두 전기자극 중에서 통증 역치가 유의하게 증가하였고($p<0.01$), 전기자극 후에는 모든 전기자극이 유의한 차이를 보이지 않았지만 50 Hz 갑삽파전류가 가장 높게 유지되었다. 주기 3에서는 100 Hz 경피신경전기자극, 50 Hz 간섭파전류, 50 Hz 경피신경전기자극, 100 Hz 간섭파전류 전기자극군 순으로 통증 역치의 증가가 높게 나타났고 주기 4에서는 100 Hz 경피신경전기자극, 50 Hz 경피신경전기자극, 50 Hz 간섭파전류, 100 Hz 간섭파전류 전기자극군 순으로

통증 역치의 증가가 높게 나타났다. 그러나 통증 강도 및 통증 불편감은 기준치로부터 전기자극 중과 후의 모든 주기와 유의한 차이를 보이지 않았다(표 2).

주기별과 그룹간의 통증 역치, 통증 강도의 통증 불편감 차이의 유의성을 알아보기 위한 반복측정 분산분석에서 통증 역치는 주기에 따른 유의($F=81.807, p<0.01$)한 차이를 나타냈지만 군간 유의한 차이를 나타내지 않았고 통증 강도 및 통증 불편감에서는 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다(표 3).

[표 3] 주기 3-6에서 그룹 간에 시간에 따른 통증 역치, 통증 강도와 통증 불편감 변화 비교

[Table 3] Group-averaged pain threshold, pain intensity and pain unpleasantness changes from baseline for Cycle 3-6

측정 변수	자유도	평균계급	F	P
통증 역치				
치료 그룹	3	20.864	0.503	0.984
시간(주기)	3	831.812	73.426	0.000
치료 그룹x시간 교호작용	9	10.201	0.901	0.527
통증 강도				
치료 그룹	3	11.731	0.723	0.545
시간(주기)	3	3.922	1.126	0.326
치료 그룹x시간 교호작용	9	3.073	0.872	0.646
통증 불편감				
치료 그룹	3	34.455	1.120	0.323
시간(주기)	3	4.238	1.054	0.345
치료 그룹x시간 교호작용	9	2.376	0.679	0.563

[표 2] 냉각 통증 모델에서 통증 역치, 통증 강도, 통증 불편감 변화

[Table 2] Pain intensity, threshold, unpleasantness ratings changes from cold pain model

전기자극 종류	전기자극 전		전기자극 중		전기자극 후		
	1주기	2주기	3주기	4주기	5주기	6주기	
통증 역치(초)							
50Hz 경피신경전기자극	12.0 ± 12.3	21.4 ± 11.9	28.4 ± 9.9*	27.6 ± 9.2*	21.7 ± 9.9	21.6 ± 9.6	
50Hz 간섭파전류	20.3 ± 9.9	20.8 ± 9.4	27.6 ± 11.2*	27.5 ± 10.5*	21.6 ± 11.9	18.8 ± 12.3	
100Hz 경피신경전기자극	20.3 ± 10.3	20.6 ± 9.2	29.0 ± 11.8*	27.7 ± 9.8*	20.7 ± 10.2	19.3 ± 10.1	
100Hz 간섭파전류	20.0 ± 11.0	21.1 ± 11.3	26.3 ± 9.9*	25.7 ± 9.9*	20.9 ± 9.2	20.3 ± 9.1	
통증 강도(0-9)							
50Hz 경피신경전기자극	5.4 ± 1.3	6.1 ± 1.3	6.0 ± 1.1	5.5 ± 1.4	6.1 ± 1.3	5.8 ± 1.5	
50Hz 간섭파전류	5.4 ± 1.6	5.5 ± 1.4	5.6 ± 1.5	5.7 ± 1.3	6.0 ± 1.6	6.1 ± 1.9	
100Hz 경피신경전기자극	5.8 ± 2.0	6.1 ± 1.8	5.9 ± 2.4	5.6 ± 1.6	5.9 ± 1.9	5.8 ± 2.0	
100Hz 간섭파전류	5.9 ± 2.0	6.0 ± 1.7	5.8 ± 1.6	5.7 ± 1.5	6.0 ± 1.8	5.9 ± 1.9	
통증 불편감(0-9)							
50Hz 경피신경전기자극	6.3 ± 2.0	6.0 ± 1.6	5.8 ± 1.9	5.6 ± 1.7	6.0 ± 1.7	6.2 ± 1.9	
50Hz 간섭파전류	6.6 ± 2.1	6.5 ± 2.2	6.4 ± 1.7	6.3 ± 2.0	6.5 ± 1.6	6.7 ± 1.7	
100Hz 경피신경전기자극	6.8 ± 1.3	6.6 ± 1.8	6.5 ± 2.1	6.3 ± 1.6	6.6 ± 2.1	6.2 ± 2.2	
100Hz 간섭파전류	7.0 ± 1.9	7.2 ± 1.6	6.9 ± 2.0	6.8 ± 2.2	7.0 ± 1.8	7.0 ± 2.1	

Mean±SD, One-way ANOVA with Post Hoc, * $p<0.05$,

TENS: Transcutaneous electrical nerve stimulation, IFC: Interferential currents

3.2 전기자극 적용시 대상자가 느끼는 편안함과 통증 완화 정도 비교

16명의 대상자 중 전기자극시 50 Hz 간섭파전류 8명(50.0%), 100 Hz 간섭파전류 50 Hz 3명(18.8%), 50 Hz 경피신경전기자극 2명(12.5%), 100 Hz 경피신경전기자극 2명(12.5%), 전기자극이 비슷하다고 응답한 사람은 1명(6.2%)순으로 전기자극이 더 편안하다고 응답하였다. 또한, 전기자극 종류 중 통증 완화 효과를 가장 많이 느낀 전기자극은 50 Hz 간섭파전류 5명(31.3%), 100 Hz 간섭파전류 3명(18.8%), 50 Hz 경피신경전기자극 2명(12.5%), 100 Hz 경피신경전기자극 2명(12.5%), 전기자극이 비슷하다고 응답한 사람은 4명(25.0%)이었다.

4. 고찰

본 연구는 실험적 냉각 통증 모델을 이용하여 통증 완화 효과가 높다고 알려진 주파수 50 Hz 및 100 Hz의 경피신경전기자극과 간섭파전류가 통증 역치, 통증 강도 및 통증 불편감 변화에 미치는 영향을 비교 분석하여 통증 완화 효과를 검증하고 전기자극 종류에 따른 대상자가 느끼는 편안함 정도 및 효과 여부에 대해 비교 분석하여 네 가지 전기자극의 유용성을 확인하고자 한다. 본 연구 결과, 모든 전기자극은 전기자극 중(주기 3, 4)에서 통증 역치가 유의하게 증가하였고 전기자극 후(주기 5, 6)에서는 모든 전기자극이 유의한 차이를 보이지 않았지만 50 Hz 간섭파전류가 평균적으로 가장 높게 유지되었다. 주기 3과 4에서는 100 Hz 경피신경전기자극의 통증 역치가 가장 높게 나타났고 전기자극 후인 마지막 주기 6에서는 50 Hz 간섭파전류가 가장 높게 나타내며 주기에 따른 유의한 차이를 보였다. 그리고 통증 강도 및 통증 불편감은 주기별 및 전기자극별 유의한 차이를 보이지 않았다.

Ward 등[24]의 냉각 통증 모델을 이용해 50 Hz 간섭파전류와 경피신경전기자극을 비교한 연구에서는 간섭파전류와 경피신경전기자극 모두 통증 역치가 기준치로부터 주기 3, 4에서 유의하게 증가 하였으나 두 전기자극간에 유의한 차이를 보이지 않았으며 주기 5에서는 오히려 두 전기자극 모두 감소하였고 주기 6에서는 경피신경전기자극은 감소하였으나 간섭파전류는 약간 증가하였다. 그리고 100 Hz 간섭파전류와 경피신경전기자극을 비교한 Johnson and Tabasam[25]의 연구에서도 간섭파전류와 경피신경전기자극 모두 통증 역치가 기준치와 위약군 보다 주기 3, 4에서 유의하게 증가하였지만 두 전기자극간에 유의한 차이를 보이지 않았고 주기 5, 6에서는 유의한

차이를 보이지 않았지만 경피신경전기자극이 간섭파전류 보다 높게 증가하였다. 100 Hz 이용하여 비교한 Shanahan[26]의 다른 연구에서는 두 전기자극 모두 통증 역치가 증가하였지만 경피신경전기자극만 기준치 보다 주기 3, 4에서 유의하게 증가하였고 간섭파전류는 유의하게 증가하지 않았으며 주기 5, 6은 유의한 차이를 보이지 않았지만 간섭파전류가 경피신경전기자극 보다 더 높게 증가하였다. 위의 선행 연구 모두 통증 강도 및 통증 불편감은 기준치로부터 전기자극 중과 후의 모든 주기와 유의한 차이를 보이지 않았으며 두 전기자극간에도 유의한 차이를 보이지 않았다. 그리고 반복측정 분산분석에서 통증 역치는 주기에 따른 유의한 차이를 나타냈지만 구간 유의한 차이를 나타내지 않았고 통증 강도 및 통증 불편감에서는 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다[24-26].

Ward 등[24]은 기존 일부 연구에서 간섭파전류가 경피신경전기자극보다 통증 완화 효과가 적다라고 할 수 있지만 Johnson and Tabasam[25]의 연구는 대상자의 수가 적어서 통계학적인 유의성이 약하고 상대적으로 자극 기간이 길고 예측 불가능한 100 Hz 간섭파전류를 이용하였기 때문이라고 하였다. 그러나 대부분의 연구들은 간섭파전류와 경피신경전기자극의 통증 완화 효과가 모두 유의하게 나타났으나 통증 강도 및 통증 불편감은 유의한 차이를 보이지 않았고 전기자극 후에는 간섭파전류가 경피신경전기자극보다 더 유의하게 나타내지 않지만 높게 유지되는 경향을 보였다. 그리고 전기자극 주기에 따른 유의한 차이를 나타내었으나 전기자극 종류에는 유의한 차이를 보이지 않으며, 본 연구의 결과와도 일치하였다.

다른 실험적 통증 모델에서의 결과를 보면, 허혈 통증 모델을 이용한 Johnson과 Tabasam[34]의 연구에서는 100 Hz 경피신경전기자극, 100 Hz 간섭파전류자극과 위약 전기자극간에 통증 역치 변화 값이 유의한 차이가 없었다. 그러나 다중 분석 결과 100 Hz 간섭파전류와 100 Hz 경피신경전기자극은 위약 전기자극 보다 통증 역치가 감소하였지만 100 Hz 간섭파전류에서만 유의하게 감소하였다. 그러나 간섭파전류와 경피신경전기자극간에는 유의한 차이가 없었다. Bae[35]의 허혈 통증 모델 연구에서는 50 Hz 경피신경전기자극, 50 Hz 간섭파전류와 위약 전기자극간에 통증 역치 변화 값이 유의한 차이가 없었다. 그리고 50 Hz 간섭파전류와 50 Hz 경피신경전기자극은 위약 전기자극 보다 통증 역치가 감소하였지만 유의하지 않았고 간섭파전류와 경피신경전기자극간에는 유의한 차이가 없었다. Cheing과 Hui-chan[33]은 열 통증 모델에서 100 Hz 주파수를 이용한 경피신경전기자극과 간섭파전류 적용 후 통증 역치가 모두 유의하게 증가하였고 두 전기자극간에 유의한 차이는 없었으나 간섭파전류

가 경피신경전기자극 보다 더 길게 전기자극 효과가 유지되었다[33]. 다른 실험 통증 모델에서도 50 Hz 및 100 Hz의 간섭파전류와 경피신경전기자극만을 이용하였지만, 본 연구와 마찬가지로 모두 통증 완화에 효과적이며 전기자극 후 통증 역치 유지 효과는 간섭파전류가 더 높게 나타났다.

Ward 등[24]의 연구에서 대상자 17명 중 50 Hz 간섭파전류가 12명(71%), 50 Hz 경피신경전기자극 5명(18%)으로 50 Hz 간섭파전류가 전기자극 시 더 편안하게 느껴졌다고 하였고 통증 완화 효과에서도 50 Hz 간섭파 전류 10명(58%), 50 Hz 경피신경전기자극 3명(18%), 전기자극이 비슷하다 4명(24%) 순으로 50 Hz 간섭파전류가 가장 높게 나타났다. 그리고 Bae[35]의 연구에서는 대상자 14명 중 50 Hz 간섭파전류가 10명(61%), 50 Hz 경피신경전기자극 4명(29%)으로 50 Hz 간섭파 전류가 전기자극 시 더 편안하게 느껴졌다고 하였고 통증 완화 효과에서도 50 Hz 간섭파 전류 8명(57%), 50 Hz 경피신경전기자극 4명(29%), 전기자극이 비슷하다 응답한 2명(14%)으로 50 Hz 간섭파전류가 가장 높게 나타났다. 그러나 100 Hz에서는 대상자가 느끼는 편안함과 통증 완화 효과에 대한 설문 연구는 없었다. 본 연구에서 대상자가 느끼는 50 Hz 및 100 Hz의 전기자극의 편안한 정도와 통증 완화 효과 비교 설문에서 50 Hz 간섭파전류가 전기자극 시 편안함과 통증 완화 효과에서 50 Hz 간섭파전류와 경피신경전기자극을 비교한 선행 연구[24]와 마찬가지로 가장 높게 나타났다.

본 연구에서 50 Hz 및 100 Hz 경피신경전기자극과 간섭파전류 모두 통증 역치를 높이며 통증 완화에 동등한 효과를 나타내었지만 전기자극 후 통증 역치가 경피신경전기자극보다 간섭파전류가 더 높게 유지되었으면 특히, 50 Hz 간섭파전류가 가장 높게 유지되었다. 그리고 대상자에게 인식되는 전기자극의 편안함과 통증 완화 효과 면에서는 50 Hz 간섭파전류가 가장 선호되었다.

5. 결론

전기자극 모두 전기자극 중에서 통증 역치가 유의하게 증가하였고 전기자극 후에는 모든 전기자극이 유의한 차이를 보이지 않았지만 50 Hz 간섭파전류가 평균적으로 가장 높게 유지되었다. 그리고 통증 강도 및 통증 불편감은 기준치로부터 전기자극 중과 후의 모든 주기와 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한, 50 Hz 간섭파전류가 전기자극 시 가장 편안하며 통증 완화 효과도 가장 많이 느꼈다고 응답하였다.

이상의 결과를 볼 때, 본 연구에서 4가지 전기자극 모두가 통증 역치를 높이고 통증 완화에 동등한 효과를 나타내었지만 50 Hz 간섭파전류가 전기자극 후에도 더 높게 유지되었으며 대상자에게 인식되는 전기자극의 편안함과 통증 완화 효과 면에서도 50 Hz 간섭파전류가 가장 선호되었다. 그러나 앞으로 다른 실험적 이용하여 동등한 주파수의 간섭파전류와 경피신경전기자극을 비교한 후속 연구들이 필요할 것으로 보인다.

References

- [1] R. Tiktinsky, N. O. Chen, "Electrotherapy: yesterday, today and tomorrow", *Haemophilia*, Vol.16, pp.126-131, 2006.
- [2] T. Watson, "Current concepts in electrotherapy", *Haemophilia*, Vol.8, No.3, pp.413-418, 20 02.
- [3] T. Watson, "The role of electrotherapy in contemporary physiotherapy practice", *Man Ther*, Vol.5, No.3, pp.132-141, 2000.
- [4] J. M. De Santana, D. M. Walsh, C. Vance, "Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation for treatment of hyperalgesia and pain", *Curr Rheumatol Rep*, Vol.10, No.6, pp.492-499, 2008.
- [5] J. P. Fuentes, O. S. Armijo, D. J. Magee, D. P. Gross, "Effectiveness of interferential current therapy in the management of musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis", *Phys Ther*, Vol.90, No.9, pp.1219-1238, 2010.
- [6] K. E. Nnoaham, J. Kumbang, "Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for chronic pain", *Cochrane Database Syst Rev*, Vol. 3, CD00 3222, 2008.
- [7] D. M. Walsh, T. E. Howe, M. I. Johnson, K. A. Sluka, "Transcutaneous electrical nerve stimulation for acute pain", *Cochrane Database Syst Rev*, Vol. 2, CD006142, 2009.
- [8] M. I. Johnson, G. A. Tabasam, "A questionnaire survey on the clinical use of interferential currents (IFC) by physiotherapists", In: *The Pain Society of Great Britain Annual Conference Abstracts*, Pain Society of Great Britain, 1998.
- [9] B. Wolff, "The role of laboratory pain induction methods in the systematic study of human pain", *Acupunct Electrother Res*, Vol. 2, pp. 271-305, 1977.
- [10] D. A. Fishbain, C. Chabal, A. Abbott A, "Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) treatment outcome in long-term users", *Clin J Pain*,

- Vol.12, No.201-214, 1996.
- [11] M. I. Johnson, C. H. Ashton, J. W. Thompson, "Long term use of transcutaneous electrical nerve stimulation at Newcastle Pain Relief Clinic", *J Royal Soc Med*, Vol.85, pp.267-268, 1992.
- [12] M. I. Johnson, "Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in the management of labour pain: the experience of over ten thousand women", *Br J Midwifery*, Vol.5, pp.400-405, 1997.
- [13] J. Low, A. Reed, "Electrical stimulation of nerve and muscle. In: Low J, Reed A, eds. *Electrotherapy Explained: Principles and Practice*. 2nd ed", Oxford, United Kingdom: Butterworth-Heinemann Ltd, pp.39-116, 1994.
- [14] D. Martin, "Interferential for pain control. In: Kitchen S, Bazin S, eds. *Clayton's Electrotherapy 10E*. 10th ed", London, United Kingdom: WB Saunders Co Ltd, pp.306-315, 1993.
- [15] L. Nikolova, "Treatment With Interferential Current", Edinburgh, Scotland: Churchill Livingstone, 1987.
- [16] J. Reeve, D. Menon, P. Corabian, "Trans cutaneous electrical nerve stimulation (TENS): a technology assessment" *Int J Technol Assess Health Care*", Vol.12, pp.299-324, 1996.
- [17] b. Savage, "Interferential Therapy", London, United Kingdom: Wolfe Publishing Ltd, 1992.
- [18] M. I. Johnson, "The mystique of interferential currents", *Physiotherapy*. Vol.85, pp. 294-297, 1999.
- [19] J. O. Barr, D. H. Nielsen, G. L. Soderberg, "Transcutaneous electrical nerve stimulation characteristics for altering pain perception", *Phys Ther*, Vol.66, pp.1515-1521, 1986.
- [20] C. Chabal, D. A. Fishbain, M. Weaver. " Long-term transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) use: impact on medication utilization and physical therapy costs", *Clin J Pain*, Vol.14, pp.66-73, 1998.
- [21] M. I. Johnson, C. H. Ashton, D. R. Bousfield, J. W. Thompson, "Analgesic effects of different frequencies of transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain in normal subjects", *Pain*, Vol.39, pp.231-236, 1989.
- [22] M. Simmonds, J. Wessel, R. Scudds, "The effect of pain quality on the efficacy of conventional TENS", *Physiother Can*, Vol.44, pp.35-40, 1992.
- [23] M. Tulgar, O. Tulgar, H. Herken, "Psychophysical responses to experimentally induced heat and cold pain before, during, and after transcutaneous electrical nerve stimulation", *Neuromodulation*, Vol.6, pp.229-236, 2003.
- [24] A. R. Ward, S. Lucas-Toumbourou, B. McCarthy, "A comparison of the analgesic efficacy of medium-frequency alternating current and TENS", *Physiotherapy*, Vol.95, No.4. pp.280-288, 2009.
- [25] M. I. Johnson, G. Tabasam, "A double blind placebo controlled investigation into the analgesic effects of interferential currents (IFC) and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on cold induced pain in healthy subjects", *Physiother Theory Pract*, Vol.15, pp.217-233, 1999.
- [26] C. Shanahan, A. R. Ward, V. J. Robertson, "Comparison of the analgesic efficacy of interferential therapy and transcutaneous electrical nerve stimulation", *Physiotherapy*, Vol.92, pp.247-253, 2006.
- [27] C. C. Chen, M. I. Johnson, "Differential frequency effects of strong nonpainful transcutaneous electrical nerve stimulation on experimentally induced ischemic pain in healthy human participants", *Clin J Pain*. Vol.27, No.5, pp.434-441, 2011.
- [28] G. Tabasam, M. I. Johnson, "Electrotherapy for pain relief: does it work? A laboratory-based study to examine the analgesic effects of electrotherapy on cold-induced pain in healthy individuals", *Clin Effect Nurs*, Vol.3, pp.14-24, 1999.
- [29] C. H. Ashton, I. Ebenezer, J. Golding, "Effects of acupuncture and transcutaneous electrical nerve stimulation on cold induced pain in normal subjects", *J Psychosom Res*, Vol.28, pp.301-308, 1984.
- [30] R. Gracely, "Studies of pain in human subjects. In: Wall PD, Melzack R, editors. *Textbook of pain*", Edinburgh: Churchill Livingstone, pp.385-407, 1999.
- [31] R. Stephenson, M. I. Johnson, "The analgesic effects of interferential therapy on cold-induced pain in healthy subjects: A preliminary report", *Physiother Theory Pract*, Vol.11, pp.89-95, 1995.
- [32] N. E. Walsh, L. Schoenfeld, S. Ramaurthy, "Normative model for cold pressor pain", *Am J Phys Med Rehabil*, Vol.68, pp.6-11, 1989.
- [33] G. L. Cheing, C. W. Hui-chan, "Analgesic effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential currents on heat pain in healthy subjects", *J Rehabil Med*, Vol.35, No.1, pp.15-19, 2003.
- [34] M. I. Johnson, G. Tabasam, "A single-blind investigation into the hypoalgesic effects of different swing patterns of interferential currents on cold-induced pain in healthy volunteers", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.84, pp.350-357, 2003.
- [35] Y. H. Bae, "The analgesic effects of transcutaneous

electrical nerve stimulation and interferential currents on the experimental ischemic pain model: Frequency 50 Hz", Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.13, No.6, pp.2617-2624, 2012.

배 영 현(Young-Hyeon Bae)

[정회원]



- 2012년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학박사 수료)
- 2004년 10월 ~ 2007년 6월 : 국군논산병원 물리치료장교
- 2007년 7월 ~ 2007년 12월 : 한림대학교성심병원 스포츠건강의학센터 물리치료사
- 2007년 12월 ~ 2009년 3월 : 국립암센터 운동처방실 및 재활의학과 물리치료사
- 2009년 3월 ~ 현재 : 삼성서울병원 재활의학과 물리치료사

<관심분야>

물리치료(신경계, 근골격계, 심폐계, 스포츠 및 운동처방)