

실험적 허혈 통증 모델에서 경피신경전기자극과 간섭파전류의 진통 효과 비교 : 주파수 50 Hz를 중심으로

배영현^{1,2}

¹삼성서울병원 재활의학과, ²삼육대학교 대학원 물리치료학과

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

Young-Hyeon Bae^{1,2}

¹Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Samsung Medical Center

²Department of physiol therapy, graduate school, Sahmyook University

요 약 통증 관리를 위해 전기자극 중 경피신경전기자극과 간섭파전류가 사용되고 있다. 본 연구는 대상자에게 수정된 최대하 압박대 방법을 이용하는 실험적 허혈 통증모델에서 경피신경전기자극과 간섭파전류간의 통증 완화 효과를 비교하기 위해 실시되었다. 병리학적 문제로 인한 통증을 갖고 있지 않는 14명(남 7명, 여 7명)을 대상으로 실시하였고 대상자의 평균 나이는 26.7±2.0세 이었다. 본 연구는 단일맹검법, 위약군 방법을 이용하여 경피신경전기자극, 간섭파전류, 위약 전기자극 3가지 중재를 적용하는 동안 주기에 따른 통증 강도를 자가 설문을 이용해 측정하였다. 경피신경전기자극과 간섭파전류는 상지의 전완에 실시하였고 위약군은 가짜 자극기를 이용해 전류가 출력되지 않는 자극을 적용하였다. 연구 결과를 보면 이원-반복 분산분석에서 3가지 전기자극 동안 통증 강도 변화의 차이가 없었고 간섭파전류와 경피신경전기자극간에는 통증 강도의 변화가 다르지 않았다. 따라서, 통계적으로 간섭파전류와 경피신경전기자극 모두 통증 강도가 감소하였지만 두 전기자극간에 유의한 차이를 보이지 않으면 동등한 효과를 나타내었다. 대상자에게 인식되는 전기자극의 편안함과 통증 완화 효과면에서 간섭파전류가 경피신경전기자극 보다 더 선호되었다.

Abstract Interferential currents (IFC) and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) are used for pain management. This study compared the analgesic effects of IFC and TENS on experimentally induced ischemic pain in otherwise pain-free subjects using a modified version of the submaximal-effort tourniquet technique. The subjects were 14 volunteers (7 male, 7 female) without known pathology that could cause pain. Their mean age was 26.7±2.0 years. A single-blind, sham controlled, parallel-group method was used. The primary outcome measure was the change in the self-report of pain intensity during 1 of 3 possible interventions: (1) IFC, (2) TENS, or (3) sham electrotherapy. The IFC and TENS were administered on the forearm, and the sham electrotherapy group received no current output via a dummy stimulator. The results show that a 2-way repeated-measures analysis of variance revealed that there was no change in pain intensity during treatment when all 3 groups were considered together. The mean to pain intensity with the IFC intervention was no different than with TENS. Thus, Statistical analysis showed that both interventions decreased the pain intensity ratings significantly and the difference between interventions was not simply insignificant. IFC has been shown to be more comfortable than TENS in present studies and is likely to be better accepted and tolerated by patients, clinical investigation is warranted.

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

*Corresponding Author : Young-Hyeon Bae

Tel: +82-3410-2838 email: baeyh@naver.com

접수일 12년 02월 13일

수정일 (1차 12년 03월 02일, 2차 12년 04월 06일)

게재확정일 12년 06월 07일

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 Nerv e Stimulation: TENS)과 간섭파전류(Interferential Currents: IFC)는 만성과 급성 통증을 완화를 위해 널리 사용되고 있다[4-7]. 간섭파전류는 고정식 장비로 가격이 비싸고 전기 소스(source)를 필요로 하는 반면, 경피신경 전기자극은 저렴하고 배터리를 이용한 휴대용 장비가 존재한다. 그리고 환자들은 때때로 경피신경전기자극의 사용 방법을 배워서 클리닉(clinics)에서 빌리거나 장비를 구입해 스스로 적용 할려고 한다. 그러나 간섭파전류는 보통 치료사에 의해서만 적용되고 있다[8]. 또한, 경피신경 전기자극은 표면 조직을 자극하고 간섭파전류는 깊은 조직을 자극한다고 믿지만 정확한 메커니즘 (mechanism)에 있어서는 논쟁이 되어지고 있고 특히, 통증 완화에 있어서 두 전기자극의 효과에 대한 근거는 부족하다[9].

중재에 따른 통증 완화 효과를 검증하기 위해 소비되는 시간과 비용에 비하여 강도나 범위를 조절하기 어려운 임상적 통증을 대신해 실험적 통증 모델을 이용하여 효과를 검증하고 있다. 실험적 통증 모델에는 압력 통증, 허혈 통증, 냉각 통증과 열 통증 모델 등이 이용된다[10].

실험적 통증 모델에서 경피신경전기자극과 간섭파전류를 이용하여 위약군과 비교하거나 각 전기자극내에서 다양한 주파수간 비교한 연구들이 진행되었다[11-21]. 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 및 100 Hz에서 있었다[9,22-24].

100 Hz의 간섭파전류와 경피신경전기자극이 냉각, 허혈, 열 통증 모델에서 통증 완화 효과가 있었지만 두 전기자극간에는 유의한 차이가 없었다[9,22-24].

이와 같이 선행 연구에서 주파수 100 Hz가 통증 완화 효과가 높고 자극이 강하지만 편안하여 관련한 연구들이 많이 진행 되었지만 Johnson 등(1989)이 주파수 10, 20, 40, 80과 160 Hz를 비교하였는데 40 Hz에서 다른 주파수에 비해 효과 크게 나타났으며, 40-60 Hz에서 통증 역치가 가장 높게 나타났기 때문에[25], 50 Hz 주파수를 이용한 진통 완화 효과 연구가 냉각 통증 모델에서 이루어졌으며 경피신경전기자극과 간섭파전류 적용 후 통증 역치가 모두 유의하게 증가하였지만 두 전기자극간에 유의한

차이는 없었고 전기자극 적용시 간섭파전류가 경피신경 전기자극 보다 대상자들에게 더 편안함을 주고 통증 완화 효과도 더 크게 느끼는 것으로 나타내며 주파수 50 Hz은 통증 완화 효과 높지만 불편감이 낮다고 보고하였 다[26].

이와 같이 냉각 통증 모델에서 주파수 50 Hz를 이용한 간섭파전류와 경피신경전기자극간에 통증 완화 효과와 임상적으로 대상자가 느끼는 편안함 정도 및 효과 여부에 대한 연구는 있었다. 그러나 주파수 50 Hz 경피신경 전기자극과 간섭파전류간에 통증 완화 효과에 대한 연구들은 여러 가지 실험적 통증 모델에서 검증되지 못한 한계 점이 있었다.

여러 가지 실험적 통증 모델 중에서 통증 완화 효과를 검증하는데 많이 쓰이는 허혈 통증 모델은 통증 유발 방법인 최대하 압박대 방법(Submaximum effort tourniquet technique: SET T)이 수정 보완됨에 따라 임상적 통증과 가장 가까운 통증을 유발할 수 있다고 하였다[27].

따라서, 본 연구는 실험적 허혈 통증을 이용하여 통증 완화 효과가 높고 불편감이 낮다고 알려진 주파수 50 Hz 경피신경전기자극과 간섭파전류가 통증 강도 변화에 미치는 영향을 비교 분석하여 통증 완화 효과를 검증 하고 전기자극 종류에 따른 대상자가 느끼는 편안함 정도 및 효과 여부에 대해 비교 분석하여 두 전기자극의 유용성을 확인하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상자

본 연구의 대상자는 건강한 성인 14명을 대상으로 하였다. 대상자의 선정 기준은 첫째, 병리학적 문제로 인한 통증을 갖고있지 않는 자. 둘째, 비 우세 손에 정형학적, 신경학적, 순환적 문제가 있지 않은 자. 셋째, 전기 자극에 의해 피부가 손상당하거나 자극되어지지 않는 자. 넷째, 각 실험 12시간 전에 진통제나 항염증 약을 복용하지 않은 자. 다섯째, 고혈압이나 저혈압 등 순환계통 문제가 없는자로 하였고, 대상자들에게 실험 전반에 대한 상세한 설명이 담긴 실험 동의서를 받은후 지원한 사람들을 대상으로 연구를 진행하였다[9,24,26].

전체 대상자 14명 중 남자는 7명(50%), 여자는 7명(50%)이었으며 평균 나이는 26.7±2.0세이었다. 그리고 대상자의 평균 키는 170.03±9.62 cm이었으며 몸무게는 62.66±10.95 kg이었고, 본 연구 대상자의 일반적 특성은 표 1와 같다.

[표 1] 연구 대상자의 일반적 특성

[Table 1] The general characteristics of subjects (n=14)

| Variables | Mean±SD or n(%) |
|------------|-----------------|
| Age(years) | 26.7±2.0 |
| Gender | |
| Male | 7(50%) |
| Female | 7(50%) |
| Height(cm) | 170.03±9.62 |
| Weight(kg) | 62.66±10.95 |

2.2 연구 과정

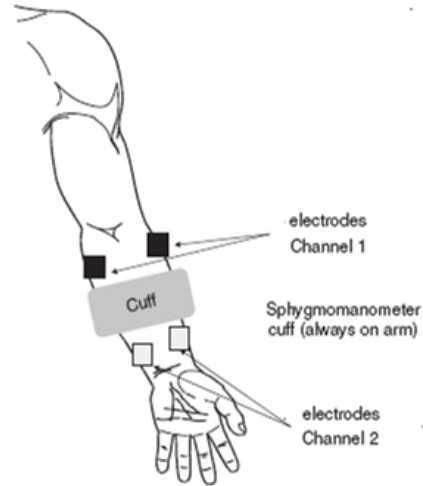
본 연구에서는 무작위분류 방법과 단일맹검법을 이용하여 대상자에게 간섭파전류, 경피신경전기자극, 위약 전기자극 순서가 적힌 14개의 불투명 봉투에서 하나를 선택하도록 한 후에 배열된 순서대로 하루 간격을 두고 50 Hz 경피신경전기자극, 50 Hz 간섭파전류와 위약 전기자극 모두 3 가지 전기 자극을 실험적 허혈 통증 모델에서 통증 완화 효과의 검증을 실시하였다. 대상자는 선정 기준에 적합하고 실험에 동의한 사람으로 실험을 실시하였다. 실험적 허혈 통증 모델에서 전기자극을 적용하는 우세팔은 한 손으로 공받기, 한 손으로 서랍열기, 바늘에 실 끼우기, 가위질, 글씨 쓰기, 망치질, 열쇠 쥐기, 젓가락질, 발톱 깎기, 화장이나 면도질하기 등을 어느쪽으로 하는지 질문하여 7가지 이상을 한 손으로 행할 때 우세팔이라 결정하였고 비우세팔에 통증 유발과 전기자극을 적용하였다. 전기패드를 붙이기 전 전류 장애를 일으킬 수 있는 기름, 각질 등을 제거하기 위해 알코올 면봉으로 비우세팔을 전체적으로 닦아 주었다. 실험적 허혈 통증 모델은 12개의 주기로 이루어져 있고 각 주기별로 통증 강도를 측정하였다. 마지막 검사 종료 후에 참가자들은 '전기 자극 중 어떤 것이 더 편안하게 느껴졌습니까?', '전기 자극 중 어떤 것이 더 통증 완화를 느껴졌습니까?'라는 질문에 대한 설문지를 작성하였다[22,24,26].

2.3 연구 도구 및 실험 방법

2.3.1 전기 자극 방법

본 연구에서 사용된 전기자극 치료기는 경피신경전기 자극과 간섭파전류 두 가지 방식모두 사용 가능한 ES-521(ITO, 일본)과 음극선 오실로스코프(cathode-ray oscilloscope)를 이용하여 50 Hz (125-microsec cond)의 경피신경전기자극, 50 Hz generated 4kHz (4-millisecond bursts)의 간섭파전류와 위약 전기자극을 적용하였다[9,26]. 전기자극의 적용은 4개의 5 x 5cm 크기의 접착식

전극을 비우세팔의 전완 전면에 부착 시킨 후 근 수축이 일어나지 않고 환자가 느끼기에 강하지만 편안한 강도로 적용하였다[그림 1].



[그림 1] 전기자극 위치

[Fig. 1] Location of electrodes on arm

2.3.2 허혈 통증 모델 실험 방법

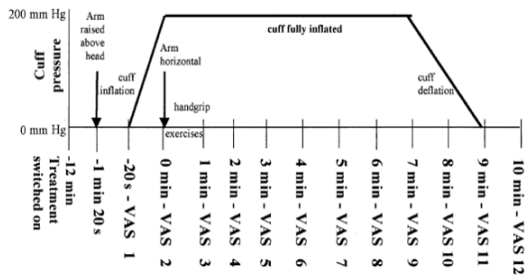
실험적 허혈 통증 모델은 그림 2와 같다. 12분 주기의 수정 보완된 최대하 압박대 방법(SETT)을 사용하였고 통증의 정도는 시각적 통증 강도(Visual analog scale: VAS)를 사용하여 참가자들에게 0mm는 '통증 없음', 10mm는 '가장 심한 통증' 이라고 생각 하고 1분 간격으로 설문지에 있는 10mm의 수평선에 통증의 정도를 표시 하도록 하였다. 실험 방법은 전기자극 전에 팔의 저혈량증(hypovolemia)을 만들기 위해 비우세팔을 머리 위에 수직으로 1분간 들고 있도록 하였다. 그 후 혈압계의 커프(cuff)를 초당 4mm Hg의 비율로 1분간 200mm Hg까지 부풀린다(VAS 1). 커프가 최대로 부풀려 졌을 때의 시간을 0분(VAS 2)이라고 하고 팔을 수평으로 내린 뒤 다른 압력의 영향을 받지 않도록 배게 등을 이용하여 팔을 지지한다. 그런 후 자신의 악력의 75%정도의 힘으로 주먹 쥐기를 1분 동안 20번 실시(3초에 한번씩) 한 후 통증 강도를 측정하였다(VAS 3). 그리고 주먹쥐기 후 전기자극 6분 동안 커프가 부풀려진 상태로 1분 간격으로 통증 강도를 측정하였다(VAS 4-9). 6분 측정후 회복기 2분 동안 혈압계의 압력을 0mm Hg 감소시키면서 팔을 저혈량증으로 만든다(VAS 10-11). 마지막 1분간의 휴식 후 마지막 허혈 통증 강도를 측정하였다.(VAS 12)[9].

[표 2] 허혈 통증 모델에서 통증 강도 변화

[Table 2] Pain intensity rating for TENS, IFC and Sham electrotherapy during the ischemic pain test

| | Cuff Inflated | Handgrip Exercise Start | Handgrip Exercise End | | | | | | | | | |
|---------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | -20 s | 0 min | 1min | 2min | 3min | 4min | 5min | 6min | 7min | 8min | 9min | 10min |
| | VAS 1 | VAS 2 | VAS 3 | VAS 4 | VAS 5 | VAS 6 | VAS 7 | VAS8 | VAS9 | VAS10 | VAS11 | VAS12 |
| Sham electrotherapy | | | | | | | | | | | | |
| Mean±SD | 0.4±0.8 | 1.5±1.2 | 2.4±1.8 | 2.8±1.6 | 3.4±1.6 | 4.0±1.6 | 4.1±1.7 | 4.5±1.8 | 4.8±1.9 | 5.1±2.2 | 2.6±2.3 | 1.3±2.0 |
| TENS | | | | | | | | | | | | |
| Mean±SD | 0.5±0.6 | 1.3±0.6 | 2.1±1.2 | 2.4±1.2 | 3.0±1.3 | 3.6±1.9 | 3.9±2.1 | 4.2±2.2 | 4.5±2.4 | 4.3±2.6 | 2.5±2.5 | 1.6±2.3 |
| IFC | | | | | | | | | | | | |
| Mean±SD | 0.3±0.3 | 0.9±0.5 | 1.7±0.9 | 2.1±1.1 | 2.6±1.4 | 2.8±1.5 | 2.9±1.3 | 3.0±1.4 | 3.2±1.6 | 3.0±1.9 | 1.9±1.8 | 1.1±1.2 |
| TENS - Sham | | | | | | | | | | | | |
| Mean±SD | 0.1±0.2 | -0.2±0.4 | -0.3±0.6 | -0.4±0.6 | -0.4±0.6 | -0.4±0.7 | -0.2±0.8 | -0.3±0.8 | -0.4±0.9 | -0.7±1.0 | -0.1±1.0 | 0.3±0.8 |
| IFC - Sham | | | | | | | | | | | | |
| Mean±SD | -0.1±0.2 | -0.5±0.3 | -0.8±0.5 | -0.8±0.5 | -0.8±0.6 | -1.2±0.7 | -1.2±0.7 | -1.4±0.7 | -1.6±0.8 | -1.9±0.9 | -0.6±0.9 | -0.2±0.7 |

TENS: Transcutaneous electrical nerve stimulation, IFC: Interferential Currents, VAS: Visual analog scale



[그림 2] 실험적 허혈 통증 모델 방법
[Fig. 2] Pain model experimental procedure

2.3 통계 처리

모든 자료는 SPSS 19.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 먼저 전기자극 종류별 전기자극 전에 통증강도를 측정 비교하여 안정성을 확인하였다. 이원 반복측정 분산 분석을 통해 전기자극, 전체 주기(VAS 1-12)와 전기자극 주기(VAS 4-9)에 따른 변화를 분석하였다. 그리고 경피신경전기자극, 간섭파전류와 위약 전기자극간의 차이를 분석하기 위해 주기별 일원배치 분산분석과 사후분석(Tukey HSD test)을 실시하였다. 유의 수준은 0.05 이하로 하였다.

3. 결과

3.1 허혈 통증 모델에서 통증 강도 변화

주기에 따른 전기자극별 통증 강도는 표 2와 같다. 전

체 주기별(VAS 1-12)과 군간의 통증 강도의 유의성을 알아보기 위한 이원-반복측정 분산분석에서 통증강도는 주기에 따른 유의(F=47.858, p<.01)한 차이를 나타냈지만 군간과 주기 X 군에서 유의한 차이를 나타내지 않았다 [표 3].

그리고 전기자극 주기별(VAS 4-9)과 군간의 통증 강도의 유의성을 알아보기 위한 이원-반복측정 분산분석에서 통증 강도는 주기에 따른 유의(F=37.349, p<.01) 한 차이를 나타냈지만 군간과 주기 X 군에서 유의한 차이를 나타내지 않았다[표 4].

주기별 전기자극간에 통증 완화 효과를 비교하기 위한 일원배치 분산분석과 사후분석에서 간섭파전류가 경피신경전기자극 보다 위약 전기자극과 차이가 더 크게 나타났지만 유의하지 않았고 간섭파전류와 경피신경전기자극 간에도 유의한 차이를 보이지 않았다[표 2].

3.2 전기 자극 적용시 대상자가 느끼는 편안함과 통증 완화 정도 비교

본 연구에서 14명의 대상자 중 전기자극시 50 Hz 간섭파전류 10명(61.1%), 50 Hz 경피신경전기자극 4명(28.6%)으로 간섭파전류에서 전기자극이 더 편안하다고 응답하였다. 또한, 전기자극 종류 중 통증 완화 효과가 크게 느껴졌던 전기자극은 50 Hz 간섭파전류 8명(57.1%), 50 Hz 경피신경전기자극이 4명(28.6%), 전기자극이 비슷하다고 응답한 사람은 2명(14.3%)이었다.

[표 3] 그룹 간에 전체 주기(VAS 1-12)에 따른 통증 강도 변화 비교

[Table 3] The Change in Pain Intensity Rating During the Intervention When Compared With the Pretreatment Value for Visual Analog Scale(VAS) Readings 1-12

| Source of Variance | DF | SS | F | P |
|--------------------------|----|--------|--------|-------|
| Treatment group | 2 | 6.256 | 0.261 | 0.772 |
| Time (cycle) | 11 | 78.873 | 47.858 | 0.000 |
| Group x time interaction | 22 | 4.998 | 0.276 | 0.761 |

DF: Degree of freedom, SS: Sum of square

[표 4] 그룹 간에 전기자극 주기(VAS 4-9)에 따른 통증 강도 변화 비교

[Table 4] The Change in Pain Intensity Rating During the Intervention When Compared With the Pretreatment Value for Visual Analog Scale(VAS) Readings 4-9

| Source of Variance | DF | SS | F | P |
|--------------------------|----|--------|--------|-------|
| Treatment group | 2 | 6.405 | 0.336 | 0.717 |
| Time (cycle) | 5 | 19.538 | 37.349 | 0.000 |
| Group x time interaction | 10 | 0.654 | 0.250 | 0.780 |

DF: Degree of freedom, SS: Sum of square

4. 고찰

본 연구는 14명의 대상자에게 3가지 전기자극을 단일 맹검법을 이용하여 하루 간격을 두고 실험적 허혈 통증 모델을 이용하여 통증 강도를 측정하였고 실험 종료 직후 대상자에게 가장 편안한 전기자극과 가장 통증 완화 효과를 느꼈던 전기자극에 대해 설문하였다.

본 연구는 전체 주기별(VAS 1-12)과 군간의 통증 강도의 유의성을 알아보기 위한 이원-반복측정 분산분석에서 통증 강도는 주기에 따른 유의(F=47.858, p<.01)한 차이를 나타냈지만 군간과 주기 X 군에서 유의한 차이를 나타내지 않았고 전기자극 주기별(VAS 4-9)과 군간의 통증 강도의 유의성을 알아보기 위한 이원-반복측정 분산분석에서 통증 강도는 주기에 따른 유의(F=37.349, p<.01)한 차이를 나타냈지만 군간과 주기 X 군에서 유의한 차이를 나타내지 않았다.

냉각 통증 모델에서 50 Hz를 이용하여 비교한 Ward 등(2009)의 연구에서 통증 역치는 주기에 따른 유의한 차이를 나타냈지만 군간 유의한 차이를 나타내지 않았고

통증 강도 및 통증 불편감에서는 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이와 같이 같은 주파수를 이용한 선행연구와 본 연구 모두 전기 자극 주기에 따른 유의한 차이를 나타내었으나 전기자극 종류에는 유의한 차이를 보이지 않으며 본 연구의 결과와 일치하였다[26].

그리고 다른 실험적 통증 모델이나 다른 주파수를 이용해 전기자극간에 비교한 연구 결과를 살펴보면, 허혈 통증 모델을 이용한 Johnson과 Tabasam (2003)의 연구에서는 100 Hz 경피신경전기자극군, 100 Hz 간섭파전류 자극군과 위약군간에 통증 강도 변화 값이 유의한 차이가 없었다[9]. 그리고 냉각 통증 모델에서 100 Hz를 이용하여 비교한 Johnson and Tabasam(1999), Shanahan(2006)의 연구 모두 통증 역치는 주기에 따른 유의한 차이를 나타냈지만 군간 유의한 차이를 나타내지 않았고 통증 강도 및 통증 불편감에서는 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다[23,24]. 또한, Cheing과 Hui-chan(2003)은 열 통증 모델에서 100 Hz 주파수를 이용한 경피신경전기자극과 간섭파전류 적용 후 통증 역치가 모두 유의하게 증가하였지만 두 전기자극간에 유의한 차이는 없었고 간섭파전류가 경피신경전기자극 보다 더 길게 전기자극 효과가 유지되었다[22]. 연구 모두 100 Hz 간섭파전류와 경피신경전기자극만을 이용하였지만 본 연구와 마찬가지로 모두 통증 완화에 효과적이었으나 경피신경전기자극과 간섭파전류간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

주기별 전기자극간에 통증 완화 효과를 비교하기 위한 일원배치 분산분석과 사후분석에서 간섭파전류가 경피신경전기자극 보다 위약 전기자극과 더 큰 차이를 보였지만 유의하지 않았고 간섭파전류와 경피신경전기자극간에도 유의한 차이를 보이지 않았다.

Ward 등(2009)의 냉각 통증 모델을 이용해 50 Hz 간섭파전류와 경피신경전기자극을 비교한 연구에서는 간섭파전류와 경피신경전기자극 모두 통증 역치가 기준치로부터 주기 3과 4에서 유의하게 증가 하였으나 두 전기자극간에 유의한 차이를 보이지 않았으며 주기 5에서는 오히려 두 전기자극 모두 감소하였고 주기 6에서는 경피신경전기자극은 감소하였으나 간섭파전류는 약간 증가하였다[26]. 그리고 100 Hz 간섭파전류와 경피신경전기자극을 비교한 Johnson and Tabasam (1999)의 연구에서도 간섭파전류와 경피신경전기자극 모두 통증 역치가 기준치와 위약군 보다 주기 3과 4에서 유의하게 증가하였지만 두 전기자극간에 유의한 차이를 보이지 않았고 주기 5와 6에서는 유의한 차이를 보이지 않았지만 경피신경전기자극이 간섭파전류보다 높게 증가하였다[22]. 100 Hz 이용하여 비교한 Shanahan (2006)의 다른 연구에서는 두 전기자극 모두 통증 역치가 증가하였지만 경피신경전기자극

만 기준치 보다 주기 3과 4에서 유의하게 증가하였고 간섭파전류는 유의하게 증가하지 않았으며 주기 5와 6은 유의한 차이를 보이지 않았지만 간섭파전류가 경피신경전기자극 보다 더 높게 증가하였다[24]. 위의 선행연구 모두 통증 강도 및 통증 불편감은 기준치로부터 전기자극 중과 후의 모든 주기와 유의한 차이를 보이지 않았으며 두 전기자극간에도 유의한 차이를 보이지 않았다. Ward 등(2006)은 위의 선행연구 결과를 종합해보면 간섭파전류가 경피신경전기자극보다 통증 완화 효과가 적다라고 말할 수 있지만 Johnson and Tabasam(1999)의 연구는 대상자가 7명으로 통계학적인 유의성이 약하고 상대적으로 자극기간이 길고 예측 불가능한 100 Hz 간섭파전류를 이용하였기 때문이라고 하였다[26]. 그리고 허혈 통증 모델을 이용한 Johnson과 Tabasam(2003)의 연구에서는 다중 분석 결과 100 Hz 간섭파전류군과 100 Hz 경피신경전기자극은 위약군 보다 통증 역치가 감소하였지만 100 Hz 간섭파전류만 유의하게 감소하였다. 그러나 역시 간섭파전류군과 경피신경전기자극군과는 유의한 차이가 없었다[24].

그러나 대부분의 연구들은 간섭파전류와 경피신경전기자극의 통증 완화 효과가 모두 유의하였다. 그리고 전기자극 후의 통증 강도에서 간섭파전류가 경피신경전기자극보다 유의하지 않지만 높게 유지되는 경향을 보였으나 두 전기자극간에 통증 강도, 통증 불편감, 전기자극에서 유의한 차이를 보이지 않았고 본 연구의 결과를 뒷받침 하였다.

Ward 등(2009)의 연구에서 대상자 17명 중 50 Hz 간섭파전류가 12명(71%), 50 Hz 경피신경전기자극 5명(18%)으로 50 Hz 간섭파 전류가 전기자극 시 더 편안하게 느껴졌다고 하였고 통증 완화 효과에서도 50 Hz 간섭파전류 10명(58%), 50 Hz 경피신경전기자극 3명(18%), 전기자극이 비슷하다 4명(24%)순으로 50 Hz 간섭파전류가 가장 높게 나타났다[26]. 본 연구에서 14명의 대상자 중 전기자극시 50 Hz 간섭파전류 10명(61.1%), 50 Hz 경피신경전기자극 4명(28.6%)으로 간섭파전류에서 전기자극이 더 편안하다고 응답하였다. 또한, 전기자극 종류 중 통증완화 효과가 크게 느껴졌던 전기자극은 50 Hz 간섭파전류 8명(57.1%), 50 Hz 경피신경전기자극이 4명(28.6%), 전기자극이 비슷하다고 응답한 사람은 2명(14.3%)으로 간섭파전류가 대상자에게 인식되는 전기자극의 편안함과 통증 완화 효과면에서 선행연구와 마찬가지로 더 선호되었다.

5. 결론

본 연구는 실험적 허혈 통증 모델을 이용하여 통증완화 효과가 높고 불편감이 낮다고 알려진 주파수 50 Hz 경피신경전기자극과 간섭파전류가 통증 강도 변화에 미치는 영향을 비교 분석하여 통증 완화 효과를 검증하고 전기자극 종류에 따른 대상자가 느끼는 편안함 정도 및 효과 여부에 대해 비교 분석하여 두 전기자극의 유용성을 확인하고자 한다.

전체 주기별(VAS 1-12)과 군간의 통증 강도의 유의성을 알아보기 위한 이원-반복측정 분산분석에서 통증역치는 주기에 따른 유의($F=47.858, p < .01$)한 차이를 나타냈지만 군간 유의한 차이를 나타내지 않았다. 그리고 전기자극 주기별(VAS 4-9)과 군간의 통증 강도의 유의성을 알아보기 위한 이원 반복측정 분산분석에서 통증역치는 주기에 따른 유의($F=37.349, p < .01$)한 차이를 나타냈지만 군간 유의한 차이를 나타내지 않았다.

주기별 전기자극간에 통증 완화 효과를 비교하기 위한 일원배치 분산분석과 다중분석에서 간섭파전류가 경피신경전기자극 보다 위약 전기치료과 더 큰 차이를 보였지만 유의하지 않았고 간섭파전류와 경피신경전기자극간에도 유의한 차이를 보이지 않았다.

본 연구에서 14명의 대상자 중 전기자극시 50 Hz 간섭파전류 10명(61.1%), 50 Hz 경피신경전기자극 4명(28.6%)으로 간섭파전류에서 전기자극이 더 편안 하다고 응답하였다. 또한, 전 자극 종류 중 통증완화 효과가 크게 느껴졌던 전기자극은 50 Hz 간섭파전류 8명(57.1%), 50 Hz 경피신경전기자극이 4명(28.6%), 전기자극이 비슷하다고 응답한 사람은 2명(14.3%)이었다. 따라서, 본 연구에서 50 Hz 경피신경전기자극과 간섭파전류 모두 통증 강도를 감소하게 하고 위약군 보다 두 전기자극 모두 통증 강도를 더 감소시키며 동등한 통증 완화 효과를 나타내었다. 그리고 대상자에게 인식되는 전기자극의 편안함과 통증 완화 효과 면에서는 50 Hz 간섭파전류가 더 선호되었다. 그러나 앞으로 실험적 허혈 통증 모델을 이용하여 진통 효과를 위해 선호되는 주파수 50 Hz와 100Hz를 이용한 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, 2002.
- [3] T. Watson, "The role of electrotherapy in contemporary physiotherapy practice", *Man Ther*, Vol. 5, No. 3, pp. 132-141, 2000.
- [4] J. M. DeSantana, D. M. Walsh, C. Vance, B. A. Rakel, K. A. Sluka, "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] M. I. Johnson, G. Tabasam, "An investigation into the analgesic effects of interferential currents and transcutaneous electrical nerve stimulation on experimentally induced ischemic pain in otherwise pain-free volunteers", *Phys Ther*, Vol. 83, No. 3, pp. 208-223, 2003.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] M. I. Johnson, G. Tabasam, "A single-blind placebo-controlled investigation into the analgesic effects of interferential currents on experimentally induced ischaemic pain in healthy subjects", *Clin Physiol Funct Imag*, Vol. 22, pp. 187-196, 2002.
- [14] M. I. Johnson, G. Tabasam, "An investigation into the analgesic effects of different frequencies of the amplitude-modulated wave of interferential current therapy on cold-induced pain in normal subjects", *Arch PhysMed Rehabil*, Vol. 84, pp. 1387-1394, 2003.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] N. Wang, C. Hui-Chan, "Effects of acupoints TENS on heat pain threshold in normal subjects", *Chin Med J*, Vol. 116, pp. 1864-1868, 2003.
- [18] 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.
- [19] M. I. Johnson, H. Wilson, "The analgesic effects of different swing patterns of interferential currents on cold-induced pain", *Physiotherapy*, Vol. 83, pp. 461-467, 1997.
- [20] R. Tephenson, 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.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] 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.

- [25] Johnson, M. I., Ashton, C. H., & Thompson, J. W., "Long term use of transcutaneous electrical nerve stimulation at Newcastle Pain Relief Clinic", J Royal Soc Med, Vol. 85, pp. 267-268, 1992.
- [26] 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.
- [27] D. M. Walsh, C. Liggett, D. Baxter, J. M. Allen, "A double-blind investigation of the hypoalgesic effects of transcutaneous electrical nerve stimulation upon experimentally induced ischaemic pain", Pain, Vol. 61, pp. 39-45, 1995.

배 영 현(Young-Hyeon Bae)

[정회원]



- 2008년 8월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학석사)
- 2012년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학박사 수료)
- 2004년 10월 ~ 2007년 6월 : 국군논상병원 물리치료장교
- 2007년 7월 ~ 2007년 12월 : 삼성서울병원 재활의학과 물리치료사
- 2007년 12월 ~ 2009년 3월 : 국립암센터 운동처방실 및 재활의학과 물리치료사
- 2009년 3월 ~ 현재 : 삼성서울병원 재활의학과 물리치료사

<관심분야>

물리치료(신경계, 근골격계, 심폐계, 스포츠 및 운동처방)