

간섭과 자극후의 말초혈류량 변화

서울적십자병원 물리치료실
아주대학병원 물리치료실*
연세대학교 보건과학대학 재활학과**

고경현 · 김주철* · 이충휘**

The Effects of Interferential Current Stimulation on Peripheral Blood Flow

Ko Kyung Hyun, R.P.T.

Kim Ju Cheol, R.P.T.*

Yi Chung Hwi, Ph.D., R.P.T., O.T.R.**

Dept. of Physical Therapy, Seoul Red Cross Hospital

*Dept. of Physical Therapy, Ajou University Hospital**

*Dept. of Rehabilitation Therapy, College of Health Science, Yonsei University***

—ABSTRACT—

The purpose of this study was to determine whether vasodilation occurs when interferential current is applied to the cervical sympathetic chain and peripheral sympathetic nerves. A digital thermometer was used to record skin temperature change. The protocols used for interferential stimulation were 90-100 Hz, applied for 20 minutes via two pairs of electrodes 1) to the throat and 2) to the forearm. Forty subjects were stimulated at each of the two sites. There was no significant correlation between initial skin temperature, sex or age and temperature change. Even though there was a statistically significant temperature increase with cervical sympathetic chain stimulation, this had no clinical vasodilatory effect. More research on interferential current stimulation is needed so that the potential benefits to normal subjects and patients is better understood.

Key Words: Interferential current stimulation, Vasodilatation effect.

차 례

I. 서 론

II. 1. 실험기간과 피험자 선정

2. 실험과정

3. 분석방법

4. 용어의 정의

III. 결과

IV. 고찰

V. 결론

참고문헌

I. 서 론

간섭과 치료는 중추파의 높은 체내 침투성과 저주파의 효과적인 조직 자극의 이점을 동시에 살린 치료법으로서 통증 완화, 부종과 염증 감소, 근 수축 촉진, 뼈와 연부조직의 치유 촉진 등의 효과가 있다. 하지만 말초 혈액순환에 미치는 영향에 대해서는 효과면에서 논란이 되고 있다.

임상에서는 간섭과 치료가 교감신경의 혈관 운동 조절기능을 억제하여 혈관확장을 일으키므로 혈액순환이 증가한다는 이론을 바탕으로 해서 좌상(strain), 염좌(sprain), 관절염과 류마티스성 질환, 뼈의 치유 지연, 말초혈관 질환과 괴저 현상(Raynaud's syndrome)에 많이 사용된다. 또한 기존의 여러 문헌에서도 간섭과가 인체의 혈액순환에 영향을 미친다고 언급되어 있다(De Domenico, 1982, 1987; Ganne, 1976; Moquire, 1975; Nelson, 1981; Nikolva, 1987; Savage, 1984; Schoeler, 1972; Willie, 1969).

Wadsworth와 Chanmungan(1983)은 경추 교감신경의 성상신경절에 간섭파를 적용하면 팔의 혈액순환에 변화가 오고, 말초의 교감신경에 직접적으로 간섭파를 적용하면 말초 혈액순환이 변한다고 했으며, Goats(1990)는 Scholar(1975)의 연구를 인용하여 괴저 현상에 간섭과 치료를 적용했을 때, 말초혈관의 혈류량

이 2배로 증가한다고 했다. 한편 Kaindle(1953)은 다리에 간섭파를 적용한 후 국소 부위에서 혈류를 측정하였는데 혈류순환이 증가하여 피부온도가 2-3℃ 올라 갔으나 그 부위는 단지 전극 사이이고, 그 외 부위에서는 어떤 변화도 없었다고 보고했다. 그러나 이에 반하여 최근의 연구에서는 위 사실을 부정하는 보고도 있다(Bergslin, 1988; Nussbaum, 1990). 특히 Alon(1987)은 간섭과 치료의 효과 자체에 대하여 부정적인 견해를 갖고 있다. 그의 주장에 의하면 간섭과치료의 효과를 뒷받침할 수 있는 전기생리학적인 근거나 임상결과가 없다고 한다. 즉, 간섭과치료에서 전제로 하고 있는 간섭현상은 두 가지 형태의 중추파가 교차하는 기하학적 중심(geometric center)에서만 일어난다는 주장은 옳지 않다. 이는 Treffene(1983)의 연구에서 입증되었다. 다시 말하면, 간섭현상은 기하학적 중심뿐만 아니라 전극 바로 밑이나 그외의 여러 군데에서 생긴다는 주장이다. 이러한 주장에 근거해서 볼 때, 간섭파를 인체에게 적용시킨다면 여러 조직의 저항이 다르기 때문에 간섭현상이 일어나는 부위를 예측하기는 어렵다고 할 수 있다(Alon, 1987).

Bergslin(1988)은 간섭과 및 두 가지 종류의 전기 치료 방법(diadynamic, high voltage)을 인체에 적용한 후에 혈류속도의 변화를 측정하였으나, 혈류의 변화는 치료 받은 부위와 받지 않은 부위 모두에서 없었고, 아픈 감각이 생기는 전기 치료시 오히려 혈관의 수축이 치료한 부위와 하지 않은 부위 모두에서 나타남을 보고했다. Nussbaum(1990)은 Bergslin의 연구에 근거하여 경추의 교감신경의 성상신경절과 요부 교감신경절, 말초교감신경에 간섭파를 적용하여 조직으로 가는 혈액량의 증가로 인하여 생기는 피부온도 증가는 없다고 보고했다.

이와 같이 간섭과치료가 교감신경에 미치는 효과가 최근의 연구에서 논란이 되고 있기 때문에, 이 연구에서는 간섭과 자극이 말초혈류량의 변화에 미치는 영향은 없다는 가설을

세웠다. 즉, 이 연구의 목적은 간섭파 전류를 경추의 성상신경절과 전완의 교감신경에 각각 적용했을 때, 피부 온도의 변화를 측정하여 말초 혈류량이 변하는 지를 보는 것이다.

II. 연구방법

1. 실험 기간과 피험자 선정

실험은 1993년 7월 11일부터 7월 24일까지 2주간 연세대학교 보건과학대학 재활학과 실험실에서 실시되었다. 피험자들은 만 18-29세 사이의 연세대학교에 재학 중인 학생들로 이 실험에 참여할 것을 동의하였다. 전체 80명의 대상자를 2개의 군으로 나누었다. 이 중에서 남자는 58명이었고 여자가 22명이었다.

피험자들 중에서 급성 관절염이 있거나 심장에 문제가 있는 경우, 심부 정맥 혈전증의 소인을 가진 사람, 이전에 방사선 치료를 받았거나 악성 종양이 있는 사람, 피부 질환을 가진 사람 등은 실험에서 제외하였다.

2. 실험 과정

실험실의 온도와 습도는 실험 기간동안 일정하게 유지하였고, 피험자는 실험 30분 전에는 음식을 먹거나 마시거나 뜨겁거나 찬 물체를 잡지 않도록 하였다. 피부의 온도 측정은 간섭파 적용전, 적용직후에 측정하였고 적용전 온도의 측정은 피험자에게 온도 감지기를 부착시킨 뒤, 온도가 안정 수준을 유지할 때 기록하였다. 측정 도구는 전자식 온도계를 사용하여 피험자의 두 번째 손가락의 등쪽면을 측정하였다. 간섭파의 적용 시간은 20분으로 하며 피험자의 자세는 앉은 자세를 유지한다. 전류의 강도는 피험자의 감각에 의존하며 눈에 보이는 근 수축이 일어나지 않는 범위에서 사용하였다.

실험군 설정

1) 제1실험군

목과 상부 가슴 앞쪽에 4×5 cm 크기의 전극을 각각 2개씩 부착시켜서 경추 교감신경의 성상신경절을 자극하였다. 적용 주파수는 4000 Hz를 기준으로 하고 치료 주파수를 90-100 Hz로 조절했다.

2) 제2실험군

손목에서 전완의 근위부와 원위부에 각각 2개씩의 전극을 부착시켜 근위부 1/3지점의 말초 교감신경을 자극하였다. 수행주파수는 4000 Hz를 기준으로 하고 치료주파수는 90-100 Hz로 조절했다.

실험장비는 간섭파 치료기(Enoomed-m433¹⁾)와 전자식 온도계(Temperature monitor²⁾)를 사용했다.

3. 분석방법

실험 전과 실험 후에 측정된 피부온도의 변화가 통계학적으로 유의한지를 알아보기 위하여 측정온도를 부호화하여 컴퓨터에 입력시킨 후에 짝비교 t-검정(paired t-test)을 하였다. 통계분석을 위한 프로그램은 SPSS/PC+(Statistical Package for the Social Sciences/PC+)이었다. 간섭파로 치료하기 전,후의 온도차이가 통계학적 유의한지를 알아보기 위하여 유의 수준 $\alpha=0.05$ 로 정하였다.

4. 용어의 정의

성상 신경절(stellate ganglion): 교감 신경계의 세포체가 집합되어 있는 신경절을 교감 신경절이라 하며, 척수의 양쪽에 사슬모양으로 되어 있다. 이 중 8번 경신경과 1번 흉신경의 앞에 있는 신경절.

수행 주파수: 간섭파 치료에서 교차될 2개의 중주파 회로의 주파수, 주로 4000 Hz가 기준이 된다.

치료 주파수: 2개의 중주파를 교차시킬 때 생

기는 간섭파의 주파수.

III. 결 과

80명의 피험자를 대상으로 간섭파 전류를

적용하여 나타난 적용전의 피부 온도와 적용후의 피부 온도를 표 1과 표 2에 제시하였다. 제1실험군의 피험자 40명 중 남자가 30명 (75%)이고, 여자가 10명(25%)이었으며 평균 연령은 21.8세였다.

표 1. 경추교감신경절 자극 전·후 단위: °C

간섭파	피험자수	평 균 ± 표준편차	자유도	t-값	Prob.
자극전	40	31.1100 ± 1.582	39	2.90	0.006
자극후	40	31.5075 ± 1.744			

제1실험군을 대상으로 경추의 교감신경을 간섭파로 자극한 결과 자극후의 피부온도는 자극전의 온도에 비하여 약간의 증가가 있었으며 통계학적으로도 유의한 차이를 보였다.

제2실험군의 피험자 40명 중 남자가 28명 (70%), 여자가 12명(30%)이었으며 평균 연령은 22.6세였다. 분석 결과는 표 2와 같다.

표 2. 전완 교감신경 자극 전·후 단위: °C

간섭파	피험자수	평 균 ± 표준편차	자유도	t-값	Prob.
자극전	40	30.6175 ± 1.327	39	0.47	0.640
자극후	40	30.7325 ± 2.130			

제2실험군을 대상으로 전완의 교감신경을 간섭파로 자극한 결과 약간의 온도 증가는 있었으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.

IV. 고 찰

강두희(1988)는 말초혈관의 확장과 수축의 기전은 주로 교감신경계의 혈관 운동 조절(vasomotor control)에 의해서 이루어 진다고 하였다. 그러므로 외부 온도의 변화가 없는 상태에서의 말초혈관의 확장과 수축은 교감신경계의 활동과 밀접한 관계가 있다.

이 연구의 목적은 기존 문헌에서와 같이 간섭파 치료로 교감신경을 자극했을 때 피부에서의 혈류 확산이 증가하는 지를 확인하는 것이다. Schoeler(1972)는 치료 주파수가 90-100 Hz일때 교감신경절에 물리적인 차단이 생겨서

말초 혈액순환의 증가가 나타난다고 하였고 이것을 근거로 이 실험에서도 치료 주파수를 90-100 Hz로 하였다. 우리 실험의 결과에서 전자 온도계의 측정으로 순환의 증가를 보인 곳은 즉, 온도의 변화를 보인 곳은 목 부위의 상신경절을 자극하였을 때이고, 전완에 간섭파 치료를 적용하였을 때는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

제1실험군의 결과에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 그러나 Johnston(1987)의 혈류 특성과 순환 변화를 측정하는 연구에서 피부 온도의 변화가 적어도 정상적인 변화에서 1°C를 초과하지 않는다면 임상적으로 유의하다고 할 수 없다고 하였다. 이것을 근거로 제1실험군에서 나타난 평균 0.4°C의 증가는 임상적으로 유의한 차이라고 판단할 수 없다. 제2실험군에서도 평균 0.1°C의 증가를 보였지만 통

계학적으로 유의한 차이는 없었다. 따라서 이 실험의 결과는 정상인을 대상으로 간섭과 자극을 하였을 때, 말초 혈류량의 변화에 임상적으로 유의할 만큼 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있다.

한편 이 연구의 목적이 말초 혈류량의 변화를 알아보기 위한 것임에도 불구하고 실험에서 사용된 측정 도구가 전자식 온도계로서, 혈류의 양을 직접 측정하는 것이 아니고, 혈류의 양이 증가할 때 보이는 피부의 온도를 가지고 혈류의 변화를 간접적으로 알아보았다. 그러므로 실험에서의 가장 큰 제한점은 우선 피부 온도로 혈류량을 측정하는 간접적인 방법을 사용함으로써 피부 온도에 변화를 줄 수 있는 여러 가지 변수 즉, Oberle(1988)이 발표한 간섭과 치료를 함으로써 오는 intraneural에의 전기적 자극과 정신적인 변화(mental stress), 각성 자극(arousal stimuli), 심호흡(deep breath) 등과 같은 여러 요소들에 대한 통제를 하지 못하였다는 점이다. 따라서 피부 온도 변화를 측정함으로써 혈류량을 추정하는 간접적인 방법은 환경의 변화와 더불어 정확한 측정을 못한다는 제한점을 가지고 있다. 그리고 MacLean(1990)은 전기치료 자체가 환자에게 부담스런 자극으로 인식되어 교감신경계에 영향을 줄 수 있다고 하였다. 하지만 강두희(1988)에 따르면 피부 조직의 온도는 환경 온도에 의해 직접적으로 결정되는 것이 아니라 대부분 말초 순환량에 의해서 결정된다고 하였다. 따라서 온도 변화의 유의 수준을 1°C로 정할 때 외부 환경 온도 이외의 피부 온도에 영향을 줄 수 있는 다른 여러 가지 변수들은 실험에 있어서 커다란 영향을 끼치지 않았다고 생각된다. 또한 전기치료 과정이 환자에게 주는 스트레스는 전극을 부착시키고 치료시작 직전에 전원을 올릴 때만 크게 나타나며, 치료받는 과정 동안은 통증이 없기 때문에 실험에 있어서 커다란 영향을 주지 않았을 것이다.

한편 Nikolova(1968)의 실험에서는 폐색성 동맥내막염(endoarteritis obliterans)을 가진 환

자의 교감신경절에 하루에 15-20분씩 15회 치료한 뒤 피부 온도가 2°C 증가함을 보였다. 이를 고려해 본다면 간섭과 치료를 여러 번 시행하여야만 임상적으로 유의한 온도의 변화가 나타난다고 볼 수 있는 가능성도 있으며, 또한 간섭과 전류자극 후의 말초 혈액순환 증가 효과는 정상인보다는 환자에게서 더 현저히 나타날 수 있을지도 모른다.

말초 혈액순환과 관계있는 또 다른 전기적인 자극으로서 경피신경전기자극(transcutaneous electrical nerve stimulation)의 영향에 대한 연구도 보고되고 있다. Stephan(1976,1980)은 경피신경전기자극의 다양한 전기적 범위에서 교감신경의 원심성과 구심성 성분을 선택적으로 자극할 수 있으므로 교감신경의 이영양증(sympathetic dystrophy)환자에게 적용시 증세의 완화를 보인다고 했고, 교감신경 긴장(sympathetic tone)을 감소시켜 피부의 혈액순환을 증가시키고 진통 효과를 나타낸다고 하였다. 또한 특정한 환자에게서는 말초와 중추적인 교감신경활동의 제한(sympathetic activity block)이 전기적 자극으로 가능하다고 주장했다. Stilz (1977)는 경피신경자극기를 교감신경 이영양증(sympathetic dystrophy)이 있는 환자에게 적용시 피부 온도의 증가와 임상 증상의 완화를 보고했다.

이처럼 경피신경자극기도 일부 환자에게서는 교감신경의 활동을 감소시켜 피부의 혈액순환을 증가시킨다고 했다. 그러나 Wong(1983)의 연구에서는 건강한 사람들에게 경피신경자극기의 다양한 주파수를 적용했을 때, 오히려 교감신경의 활동을 증가시켜 피부 온도가 자극을 받은 동측 뿐만 아니라 그 반대편에서도 떨어짐을 보고했다. 이와 같이 간섭과 치료와 마찬가지로 경피신경자극에 의한 교감신경 긴장성(sympathetic tone) 변화에 미치는 영향에 대하여도 기존의 이론과 상치되는 연구가 나오므로 논란이 되고있다. Aion(1987)은 전기생리학적인 관점에서 보았을 때, 간섭과 전류의 효과는 이형성(biphasic) 경피신경전기자극기와 마

찬가지로 주로 세포수준(cellular level)에서 생기는 것이며 그 간접적인 효과가 조직(tissue), 체절(segment), 계(system) 수준에서 생길 수 있다고 한다.

이 연구는 정상인을 대상으로 하였으므로 실험결과를 임상에서 환자에게 적용시키기에는 제한점이 있다. 또한 혈류량 변화를 간접적으로 측정하였다는 제한점도 있으므로 이 연구의 결과를 인용할 때는 주의가 필요하다. 추후의 연구에서는 정상인이 아니라 환자에게 간섭과 전류를 적용하는 방법도 고려할 만하다. 이 실험에서는 단 1회의 간섭과 전류자극 후, 그 혈류량의 변화를 측정하였으나 앞으로의 연구에서는 여러 번 치료한 후 혈류량의 변화외에 다른 특성들에 대하여도 연구가 필요하다.

V. 결 론

80명의 정상인을 40명씩 2개의 실험군으로 나누는 후에 제1실험군에는 경추의 성상신경절을, 제 2실험군에는 팔의 말초 교감신경을 20분동안 간섭과 전류로 자극하였다. 그리고 자극 후에 나타나는 피부 온도의 변화를 분석하여 간섭과 전류가 말초혈액량을 증가시키는 지를 알아보았다.

이 연구의 결과는 아래와 같다.

- 1) 경추의 성상신경절에 간섭과 전류를 적용한 결과 자극전에 비하여 자극 후에 통계학적으로는 유의하게 온도의 증가를 보였으나 임상적인 유의성은 없었다.
- 2) 말초교감신경에 간섭과 전류를 적용했을 때는 자극 전후에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

따라서 위의 결과에 의하면 정상인의 경추 성상신경절과 말초교감신경에 간섭과 전류를 적용하였지만 말초 혈류량의 변화에 아무런 영향을 미치지 못함을 알 수 있다.

참 고 문 헌

1. 강두희. 생리학. 개정3판. 신광 출판사, 1988.
2. Abrams SE. Increased sympathetic tone associated with transcutaneous electrical stimulation. *Anesthesiology*. 1976;45 : 575-577.
3. Abrams SE, Asiddao R, Reynolds A. Increased skin temperature during transcutaneous electrical stimulation. *Anesth Analg*. 1980 ; 59 : 22 -25.
4. Alon G. Principles of Electrical Stimulation. In : Nelson RM, Currier DP. *Clinical Electrotherapy*. Appleton & Lange, 1987.
5. Bergslien O, Thoresen M, Odemark H. The effects of three electrotherapeutic methods on blood velocities in human peripheral arteries. *Scand J Rehab Med*. 1988;20 : 29-33.
6. Brown FE, Jobe Jb, Hamlet M, et al. Induced vasodilatation in the treatment of post-traumatic digital cold intolerance. *Journal of Hand Surgery*. 1986;11a(3) : 382-387.
7. De Domenico G. Pain relief with interferential therapy. *Aust J Physiother*. 1982; 28(3) : 14-18.
8. De Domenico G. *New Dimensions in Interferential Therapy. A theoretical and clinical guide*. Link Printing, Balmain, New South Wales, Australia, 1987.
9. Goats GC. Interferential current therapy. *Br J Sports Med*. 1990;24 : 87-92.
10. Johnston KW, Hosang MY, Andrews DF. Reproducibility of noninvasive vascular laboratory measurements of the peripheral circulation. *J Vascular Surg*. 1987;6(2) : 147-151.

11. MacLean K. Physiological rationale of electrotherapy. *Physiotherapy*. 1990;76 (12) : 738-742.
12. Kloth L. Interference current. In Nelson RM, Currier DP. *Clinical Electrotherapy*. Appleton & Lange, 1987.
13. Nikolova LT. *Treatment with Interferential Current*. Edinburgh : Churchill Livingstone, 1987.
14. Nussbaum E, Rush P, Disenhaus L. The effects of interferential therapy on peripheral blood flow. *Physiotherapy*. 1990 ; 76 : 803-807.
15. Oberle J, Elam M, Karlsson T, et al. Temperature-dependent interaction between vasoconstrictor and vasodilator mechanisms in human skin. *Acta Physiol Scand*. 1988 ; 132 : 459-469.
16. Renniwi S. Interferential Current therapy. In : Peat M. *Current Physical Therapy*, B. C Decker, 1988 : 196-202.
17. Schoeler H. Physical block of the sympathetic chain. *Technik in der Medizin*. 1972 ; 2(1) : 16-18.
18. Treffene RJ. Interferential fields in a fluid medium. *Aust J Physiother*. 1983 ; 29 : 209.
19. Wadsworth H, Chanmugan APP. *Electrophysical Agents in Physiotherapy*. New South Wales, Australia : Science Press, 1983 : 280.
20. Wallin BG. Neural control of human skin blood flow. *J Auton-Nerv-Syst*. 1990; 30Suppl : s185-s195.
21. Wong RA, Jette DU. Changes in sympathetic tone associated with different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation in healthy subjects. *Phys Ther*. 1983 ; 22 : 478-482.