

## 간섭전류자극이 말초 혈류속도에 미치는 영향

서남대학교 물리치료학과  
박 장 성  
원광보건대학 물리치료과  
이 재 형

### Effects of Interferential Current Stimulation on the Peripheral Blood Velocity in Healthy Subjects

**Park, Jang-Sung**

*Department of Physical Therapy, Seonam University*

**Lee, Jae-Hyoung**

*Department of Physical Therapy, Wonkwang Health Science College*

#### <Abstract>

The purpose of this study was to determine whether percutaneous interferential current stimulation on thoracic sympathetic ganglia with amplitude modulated frequency (AMF) 90~100 bps and subthreshold of muscle contraction for 10 minutes on peripheral blood flow velocity in healthy subjects. Thirty-seven healthy volunteers were assigned randomly into an experimental group (n=25) and a control group (n=12). The experimental group received interferential current stimulation with subthreshold of the muscle contraction of current at AMF 90~100 bps on 1st~5th thoracic sympathetic ganglial region for 10 minutes. The control group received same handling and electrode placement, but no current was applied. Using a Doppler blood flow meter, the radial arterial blood flow velocities and the pulse rates were determined for two-way analysis of variance for repeated measures on time and group. There were no significant difference between the two groups with respect to the changes in arterial blood flow velocity and pulse rate over the four measurement times. Interferential current stimulation did not change in mean blood flow velocity and pulse rate. We conclude that interferential current stimulation on the thoracic sympathetic ganglia, as used in this study, did not dilate peripheral artery. This results suggests that interferential current stimulation does not alter the activity of sympathetic nerve.

**Key Words** : interferential current, electrical stimulation, blood flow, sympathetic activity

## I. 서론

주파수가 서로 다른 중주파전류를 인체에 교차 통전시키면 간섭현상에 의해 인체내에서 진폭변조 교류전류(amplitude modulated alternative current)가 발생하며 이를 흔히 간섭전류(interferential current)라 한다. 1949년 오스트리아의 Hans Nemec이 간섭전류치료를 소개한 이래 주로 유럽의 여러 나라에서 다양한 질환의 치료에 이용하다가(Nikolova, 1987), 1980년대 초 미국에 소개되었으며, 우리 나라에서는 Achim Hansjürgen이 1981년 및 1983년에 서울대학교병원 및 원광보건대학 등에서 간섭전류치료를 관한 워크샵을 개최한 것을 계기로 간섭전류치료가 보급되어 오늘날 널리 사용하는 전기자극방법의 하나가 되었다. Foster 등(1999)이 영국과 에이레의 물리치료사를 대상으로 설문조사한 결과 간섭전류자극은 경피신경전기자극과 함께 요통치료에 가장 많이 사용하는 전기자극치료로 나타났으며, Rush와 Shore(1994)가 물리치료관련 전문가와 류마티스 전문가 각각 100명을 대상으로 간섭전류를 포함한 11가지의 물리치료도구를 사용한 근골격계질환의 치료효과에 대한 인식을 조사한 결과 물리치료관련 전문가들이 류마티스 전문가보다 물리치료도구가 치료에 유익한 효과가 있다고 반응하여 간섭전류의 사용 및 긍정적 인식이 널리 퍼져 있음을 알 수 있다.

간섭전류자극은 피부저항 및 피하조직의 저항이 낮아 전류 통전시 통증 및 불쾌감이 없고 화상의 위험이 거의 없으며 특정 부위에 전류가 깊이 침투할 수 있으며, 혈관 확장과 혈류증진을 유발시켜 진통작용, 부종완화, 염증완화, 조직치유 촉진, 근수축 유발 및 근이완 등의 효과를 가진다고 했고(Goats, 1990), 이를 바탕으로 통증을 동반하는 근골격계질환(Nikolowa-Troeva, 1967; Taylor 등, 1987; Goats, 1990; Shafshak 등, 1991), 관절(May 등, 1985), 요실금(McQuire, 1975; Sylvester와 Keilty, 1987; Laycock과 Green, 1988; Vahtera 등, 1997) 등 여러 가지 질환의 치료에 이용되고 있다.

Schoeler(1975)는 레이노드씨질환 환자에게 90~100 bps의 간섭전류로 10분간 목의 성상신경절을 자극한 결과 손가락 혈관에서 맥박용적이 2배 증가했다 하였고, Schwartz(1990)는 간섭전류자극이 교감신경의 피로를 일으켜 교감신경차단을 유발시킨다 하였으며, 김진호 등(1996)은 4000 Hz의 중주파로 우측 상완을 감각역치 2배

의 강도로 20분간 자극한 후 교감신경 피부반응 검사를 시행한 결과 간섭전류치료 후 잠복시가 지연되고 진폭이 감소하여 간섭전류가 자율신경에 영향을 주고 있다고 하였고, 여러 문헌에 성상신경절, 교감신경절, 말초교감신경을 자극하면 상지, 하지 및 국소부위의 순환이 증진된다고 하고 있다(Kinsman, 1975; Nikolova, 1987; Savage, 1986).

그러나 Bergslien 등(1988)은 4000 Hz와 4100 Hz가 출력되는 중주파전류를 사용하여 90~100 bps의 진폭변조주파수로 근수축역치하 강도로 5분간 손, 팔꿈, 어깨 또는 외측허벅지를 자극하고 척골동맥, 요골동맥, 상완동맥 및 외측허벅지에서 혈류를 측정하고 혈류속도의 변화가 없었다고 보고하였고, Nussbaum 등(1990)은 목의 성상신경절, 중수골과 전완 근위 1/3부위, 제 10흉추와 제 2요추 옆 5 cm 부위에 전극을 4극배치하여 각각 진폭변조주파수 0~100 bps, 0~150 bps, 90~100 bps, 근수축역치하 강도로 20분간 간섭전류자극을 하고 적외선온도계로 피부온도를 측정하고 피부온도의 변화가 없어 간섭전류자극이 혈관확장을 유발시키지 않았다고 하였으며, 고경현 등(1994)은 4000 Hz, 90~100 bps의 간섭전류로 경추 성상신경절과 전완의 말초교감신경을 각각 자극한 후 피부온도를 측정하고 성상신경절 자극 후 피부온도가 유의하게 증가하였으나 말초 교감신경자극은 피부온도가 변화하지 않았다고 보고하는 등 교감신경의 간섭전류자극이 혈류에 미치는 영향에 대해서 상반된 견해를 보이고 있다.

이에 저자들은 제 1~5 흉수 교감신경절을 경피적으로 간섭전류 자극하고 요골동맥에서 혈류속도 및 맥박수를 측정 비교하여 교감신경절의 간섭전류자극이 직접 또는 간접적으로 교감신경 활성화에 영향을 미쳐 혈관확장 및 혈류증가를 유발시키는지를 규명할 목적으로 본 실험을 시행하였다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 대 상

연구대상은 서남대학교 재학생 중 본 연구에 자원한 나이  $22.30 \pm 2.41$ 세, 체중  $58.54 \pm 9.84$  kg, 키  $165.23 \pm 6.35$  cm의 건강한 학생 37명(남자 15명, 여자 22명)으로 하였다(표 1). 모든 대상자는 심혈관질환, 당뇨병, 급성 감염성 질환의 병력, 상지의 감각이상 및 간섭전류자극의

금기증이 없었다. 모든 대상자에게 실험 전 1시간 전부터 실험이 끝날 때까지 술, 담배, 식사, 운동을 금하도록 하였다. 37명의 대상자를 무작위로 나누어 실험군과 대조군에 배치하였다.

Table 1. Demographic Data of Subjects

Group	Age (yr)	Weight (kg)	Height (cm)
Experimental (n=25)	22.44±2.31	58.40±10.87	164.66±6.37
Control (n=12)	22.00±2.70	58.83±7.66	166.42±6.43

### 2. 간섭전류자극

모든 대상자는 실험 직전 30분간 실험실 의자에 편안히 앉아 안정을 취하도록 하였으며, 체온에 영향을 미치는 차가운 것과 뜨거운 것을 먹거나 만지지 않도록 하였으며, 실내온도는 20℃로 유지하였다. 실험군 대상자를 편안하게 엎드리게 한 후 한 쌍의 전극을 제 1 흉추 좌측 5 cm와 제 5 흉추 우측 5 cm 부위에, 다른 한 쌍의 전극을 제 1 흉추 우측 5 cm와 제 5 흉추 좌측 5 cm 부위에 부착한 다음 간섭전류치료기의 진폭전조주파수를 90~100 bps로 설정하고 근수축역치하 강도로 10분간 자극하였다. 대조군 대상자는 실험군과 동일한 조치를 취하고 전류를 통전시키지 않았다. 간섭전류자극기는 Endomed 582 (Enraf-Nonius, 2600 AV Delft, Netherlands)을 사용하였으며, 전극은 4 x 6 cm의 크기의 패드전극을 물에 적시어 사용하였다.

### 3. 혈류속도 및 맥박수 측정

대상자를 편안하게 눕게 한 후 우측 손목부위에서 요골동맥을 측정한 다음 도플러 혈류속도 측정기의 탐침과 피부에 초음파겔을 충분히 바르고 직경 5 mm의 탐침이 요골동맥 위 피부와 60°가 되도록 고정한 다음 요골동맥의 혈류속도를 3회 연속 측정하여 요골동맥의 평균 혈류속도, 맥박수를 얻었다. 도플러 혈류속도 측정기는 Bidirectional Smartdop20 (Hayashi Denki Co., Ltd., Japan)을 사용하였으며, 초음파겔은 Sonigel (Parker Laboratories, Inc., Oranges, NJ 07050, USA)을 사용하였다. 혈류속도 및 맥박수는 처치 직전, 처치 5분 경과 후, 처치 직후, 처치 후 10분에 각각 측정하였다.

### 4. 자료분석

처치 직전, 처치 5분 경과 후, 처치 직후, 처치 후 10분에 측정된 실험군과 대조군의 평균 혈류속도와 맥박수를 이원 분산분석 (2-way ANOVA)하였으며 유의수준은 0.05로 하였다. 통계분석은 SPSS/PC+를 사용하였다.

## III. 결 과

### 1. 평균 혈류속도

실험군과 대조군의 요골동맥의 평균 혈류속도는 표 2와 같고 시간별 평균 혈류속도의 변화는 그림 1과 같았다. 이를 이원 분산분석한 결과 요골동맥의 평균 혈류속도는 시간경과에 따라 유의한 차이를 보이지 않았으며, 실험군과 대조군간에도 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 (표 3).

Table 2. Means and standard deviations of mean blood flow velocity (cm/s) of radial arteries

Time	Group	
	Experimental	Control
Pre-treat	1.32±1.05	1.32±0.96
During-treat	1.37±0.97	1.47±1.62
Post-treat	1.52±1.03	1.05±0.53
Post-treat 10 min	1.94±1.84	0.93±0.62

Table 3. 2-way analysis of variance results for repeated measures on the time and group for mean blood flow velocity

Source	df	SS	MS	F	p
Group	1	3.913	3.913	2.709	.102
Time	3	.542	.181	.125	.945
Group x time	3	6.210	2.070	1.433	.236
Error	140	202.200	1.444		

### 2. 맥 박

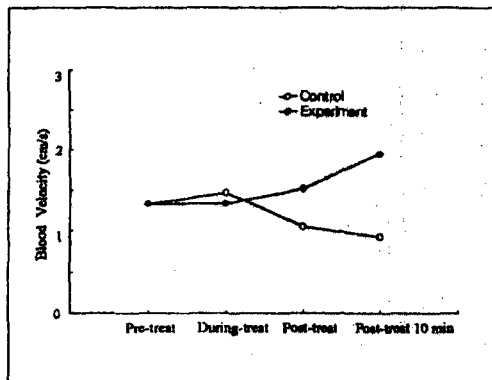
실험군과 대조군의 맥박수는 표 4와 같고 시간별 맥박수의 변화는 그림 2와 같았다. 이를 이원 분산분석한 결과 맥박수는 시간경과에 따라 유의한 차이를 보이지 않았으며, 실험군과 대조군간에도 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 (표 5).

**Table 4. Means and standard deviations of pulse rate (beat/min) of radial arteries**

Time \ Group	Experimental	Control
Pre-treat	70.56 ± 11.53	69.33 ± 9.66
During-treat	70.00 ± 9.78	69.92 ± 9.38
Post-treat	68.84 ± 7.92	69.00 ± 8.44
Post-treat 10 min	70.36 ± 8.74	68.75 ± 10.06

**Table 5. 2-way analysis of variance results for repeated measures on the time and group for pulse rate**

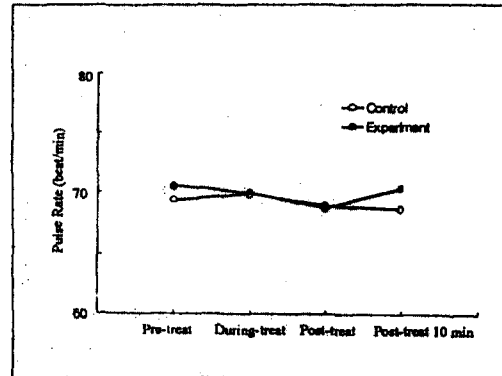
Source	df	SS	MS	F	p
Group	1	15.441	15.441	.170	.681
Time	3	23.121	7.707	.085	.968
Group x time	3	18.040	6.031	.066	.978
Error	140	12711.113	90.794		



**Fig 1. Changes of mean blood flow velocity (cm/s) of the radial artery at pre-treat, during treat, post-treat, and post-treat 10 minutes of interferential current stimulation and control group. There were no significant difference between the times of treatment, and the experimental group vs the control group.**

#### IV. 고 찰

혈관운동은 교감신경에 의해 조절된다. 교감신경의 활성이 증가하면 혈관수축이 유발되고, 교감신경의 활성이



**Fig 2. Changes of pulse rate (beat/min) of the radial artery at pre-treat, during treat, post-treat, and post-treat 10 minutes of interferential current stimulation and control group. There were no significant difference between the times of treatment, and the experimental group vs control group.**

감소하면 혈관확장이 유발되고 혈류량이 증가하며 보상적으로 혈류속도가 빨라진다 (Busija 등, 1982, Wong과 Jette, 1984). 교감신경절의 경피적 간섭전류 자극이 교감신경의 활성에 영향을 주어 말초혈관의 확장을 유발시키는지를 규명하기 위한 본 실험에서는 혈관확장 정도와 혈류량을 직접 측정하지 않고 혈류량의 지표가 되는 혈류속도를 도플러 혈류속도측정기를 사용하여 비침습적으로 측정하였다. 본 실험은 Schoeler (1975), Bergslien 등 (1988), Nussbaum 등 (1990), 고경현 등 (1994)의 선행연구를 바탕으로 하여 특정 자극 조건, 즉 진폭변조 주파수 90~100 bps 근수축역치하 강도, 자극시간 10분에서 시행하였다.

본 실험 결과 요골동맥의 혈류속도와 맥박수가 통계학적으로 유의한 변화를 보이지 않아 진폭변조 주파수 90~100 bps, 근수축역치하 강도, 자극시간 10분의 조건에서의 제 1~5 흉수 교감신경절의 경피적 간섭전류 자극이 직접 및 간접적으로 교감신경에 영향을 주지 못하였음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 진폭변조 주파수 90~100 bps, 근수축역치하 강도로 5분간 외측하흉부를 자극하고 외측흉동맥에서 혈류속도를 측정한 결과 혈류속도의 변화가 없었다는 Bergslien 등 (1988)의 결과와 일치하였다. 또한 제 10흉추와 제 2요추 옆 5 cm 부위에 전극을 4극배치하여 각각 진폭변조 주파수 90~100 bps, 근수축역치하 강도로 20분간 간섭전류자극을 하고 적외선 온도계로 피부온도를 측정한 결과 피부온도의 변화가

없이 간섭전류자극이 혈관확장을 유발시키지 않았다는 Nussbaum 등 (1990)의 보고와 유사한 결과를 보였다.

그러나 레이노드씨질환 환자에게 90~100 bps의 간섭전류로 10분간 목의 성상신경절을 자극한 결과 손가락 혈관에서 맥박용적이 2배 증가했다는 Schoeler (1975)의 보고, 4000 Hz의 중주파로 우측 상완을 감각역치 2배의 강도로 20분간 자극한 후 교감신경 피부반응 검사를 시행한 결과 잠복시가 지연되고 진폭이 감소하여 간섭전류가 자율신경에 영향을 주고 있다는 김진호 등 (1996)의 보고, 진폭변조 주파수 90~100 bps의 간섭전류로 경추 성상신경절을 자극한 후 피부온도를 측정된 결과 피부온도가 유의하게 증가하였다는 고경현 등 (1994)의 보고와는 다른 결과를 보였다. 이와 같은 차이는 성상신경절이나 말초 교감신경을 간섭전류 자극한 선행 연구와는 달리 본 실험에서는 자극부위를 흉수 교감신경절로 했기 때문으로 생각된다.

일반적으로 전기자극이 교감신경의 활성을 억제하여 혈관이 확장되는 것으로 알려져 있으며, Schwartz (1991)는 간섭전류자극이 교감신경의 피로를 유발시켜 교감신경의 전도를 차단하고 이에 따라 혈관확장이 일어난다고 하였다. Dooley와 Kasprak (1976)은 척수후근에 경피신경전기자극을 가하고 혈량계를 사용하여 말초동맥의 혈류량을 측정된 결과 혈류량이 증가했음을 보고하였으며, Leandri 등 (1986)은 맥동빈도 100 pps, 감각역치 3배의 강도로 제 2-3 요추부위를 15분간 경피신경전기자극하고 적외선사진으로 자극부위의 온도를 측정된 결과 온도가 유의하게 증가하여 전기자극이 교감신경의 활동을 억제시켜 혈관확장을 유발시켰다고 하였지만 Wong과 Jette (1984)는 각각 맥동빈도 2 pps, 85 pps, 돌발빈도 7 bps, 근수축유발 강도로 신문 (H7), 내관(P6), 수삼리 (LI 10), 합곡 (LI 4)을 25분간 경피신경전기자극하고 손가락 끝에서 피부온도를 측정된 결과 온도가 유의하게 감소하여 전기자극이 교감신경의 활동을 증가시켰다 하였다.

이와 같은 상반된 견해는 전기자극 조건의 다양성 때문으로 생각된다. 대부분의 전기자극기는 파형, 맥동빈도, 맥동기간, 자극강도 등의 범위를 다양하게 장착하고 있다. 따라서 어떠한 종류의 전기자극기를 사용하던지 맥동빈도, 자극강도, 자극부위, 전극배치 등을 비롯하여 파형, 자극시간, 자극빈도 등과 같은 전기자극의 변수와 환자의 특성을 고려해서 자극조건을 선택하는 것이 중요하다고 본다. 전기자극이 교감신경에 미치는 영향은 맥동빈도 의존성 (frequency dependent)과 강도 의존성 (intensity dependent)이 있다 (Jette 1986; Leandri 등,

1986; Tracy 등, 1988). Leandri 등 (1986)은 맥동빈도 3 pps와 100 pps, 감각역치의 1.5배 및 3배의 강도로 경피신경전기자극한 결과 맥동빈도 100 pps, 감각역치의 3배 강도에서만 온도가 유의하게 증가하였다고 보고하여 맥동빈도 의존성과 강도 의존성을 잘 보여주고 있다.

본 연구 결과와 선행 연구자들의 보고가 부분적으로 일치하는 경우도 있었지만 상반된 견해가 있어 간섭전류자극이 교감신경에 미치는 효과에 대해서는 계속 논란의 대상이 되고 있음을 보여주고 있다. 진폭변조 주파수를 90~100 bps, 자극강도를 근수축역치하 강도, 자극시간을 10분, 자극부위를 흉수 교감신경절, 자극빈도 1회로 간섭전류 자극조건을 제한하고, 또한 정상인을 대상으로 요골동맥의 평균 혈류속도를 측정하여 간접적으로 혈관확장 효과를 비교한 본 연구 결과에서 교감신경절의 경피적 간섭전류 자극이 말초 동맥의 혈관확장을 유발시키지 않았으며, 맥박수에도 변화를 보이지 않아 교감신경의 활성에 직접 및 간접적으로 영향을 주지 않았음을 시사하고 있지만 앞으로 진폭변조 주파수, 자극강도, 자극부위, 자극빈도 등의 자극조건을 다양하게 변화시키면서 더욱 통제되고 정밀한 비교연구가 필요하다고 사료된다.

## V. 결 론

교감신경절의 경피적 간섭전류 자극이 교감신경의 활성에 영향을 주어 말초혈관의 확장을 유발시키는지를 규명하기 위하여 정상인 37명을 실험군과 대조군으로 나누어 실험군 대상자에게 진폭변조 주파수 90~100 bps, 근수축역치하 강도로 제 1~5 흉수 교감신경절을 경피적으로 10분간 간섭전류자극을 시행하고 도플러 혈류속도측정기를 사용하여 요골동맥의 혈류속도, 맥박수를 반복 측정하여 이원분산분석한 결과 시간경과에 따라 요골동맥의 평균 혈류속도와 맥박수는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 실험군과 대조군간에도 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 진폭변조 주파수 90~100 bps, 자극 강도 근수축역치하 강도, 자극시간 10분의 제한된 자극조건에서 제 1~5 흉수 교감신경절의 경피적 간섭전류 자극이 혈관확장을 유발시키지 않아 직접 또는 간접적으로 교감신경의 활성에 영향을 주지 않았음을 시사하고 있다.

## <참 고 문 헌>

- 고경현, 김주철, 이충휘 : 간섭과 자극후의 말초 혈류량 변화. 대한물리치료사학회지, 1(1) : 19-25, 1994.
- 김진호, 한태훈, 이시욱 : 경피적 전기 자극과 간섭과 교감신경계에 미치는 영향에 관한 연구. 대한재활의학회지 20(3) : 685-663, 1996.
- Bergsline O, Thoresen M, Odemark H : The effect of three electrotherapeutic method on blood velocities in human peripheral arteries. Scand J Rehab Med 20 : 29-33, 1988.
- Busija DW, Marcus ML, Heistad DD : Pial artery diameter and blood flow velocity during sympathetic stimulation in cats. J Cereb Blood Flow Metab 2(3) : 363-367, 1982.
- Dooley DM, Kasprak M : Modification of blood flow to the extremities by electrical stimulation of the nervous system. South Med J 69(10) : 1309-1311, 1976.
- Foster, NE, Thompson KA, Baxter GD et al : Management of nonspecific low back pain by physiotherapists in Britain and Ireland. A descriptive questionnaire of current clinical practice. Spine 24(13) : 1332-1342, 1999.
- Goats GC : Inteferential current therapy. Br J Sports Med 24(2) : 87-92, 1990.
- Jette DU : Effect of different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation on experimental pain. Phys Ther 66(2) : 187-190, 1986.
- Laycock JL, Green RJ : Interferential therapy in the treatment of incontinence. Physiotherapy 74(4) : 161-168, 1988.
- Leandri M, Brunetti O, Parodi CI : Telethermographic findings after transcutaneous electrical nerve stimulation. Phys Ther 66(2)210-213, 1986.
- May HU, Nippel FJ, Hansjürgens A et al : Acceleration of ossification by means of interferential current. Prog Clin Biol Res 187 : 469-478, 1985.
- McQuire WA : Electrotherapy and exercises for stress incontinence and urinary frequency. Physiotherapy 61 : 305-307, 1975.
- Nikolowa-Troeva L : Comparative studies on therapeutic results obtained by means of interference therapy and other methods in arthrosis deformans. Physikalische Medizin und Rehabilitation 8(3) : 66-69, 1967.
- Nikolova L : Treatment with Interferential Current. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1987, p.3.
- Nussbaum E, Rush P, Disenhaus L : The effect of interferential therapy on peripheral blood flow. Physiotherapy 76 : 803-807, 1990.
- Rush PJ, Shore A : Physician perceptions of the value of physical modalities in the treatment of musculoskeletal disease. Br J Rheumatol 33(6) : 566-568, 1994.
- Savage B : Interferential therapy. Faber and Faber. London, 1986.
- Schoeler H : Physikalische Grenzstrangblockade. Technik in der Medizin 2(1) : 16-18, 1975.
- Schwartz RG : Electric sympathetic block : methods of measurement and a study assessing its effectiveness. Adv Ther 7(5) : 289-291, 1990.
- Shafshak TS, El-Sheshai AM, Soltan HE : Personality triats in the mechanisms of interferential therapy for osteoarthritic knee pain. Arch Phys Med Rehabil 72(7) : 579-581, 1991.
- Sylvester KL, Keilty SEJ : A pilot study to investigate the use of interferential in the treatment of ano-rectal incontinence. Physiotherapy 73(4)207-208, 1987.
- Taylor K, Newton RA, Personius WJ et al : Effects of interferential current stimulation for treatment of subjects with recurrent jaw pain. Phys Ther 67(3) : 346-350, 1987.
- Tracy JE, Currier DP, Threlkeld AJ : Comparison of selected pulse frequencies from two different forms of electrical stimulator on blood flow in healthy subjects. Phys Ther 68(10) : 1526-1532, 1986.
- Vahtera T, Haaranen M, Viramo-Koskela AL et al : Pelvic floor rehabilitation is effective in patients with multiple sclerosis. Clin Rehabil 11(3) : 211-219, 1997.
- Wong RA, Jette DU : Changes in sympathetic tone associated with different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation in healthy subjects. Phys Ther 64(4) : 478-482, 1984.