

원저

## 혈압과 심박동에 대한 경혈자극 및 피부 분절 자극 효과의 비교연구

유기용 · 이광연 · 민병일 · 고은상 · 김지훈\* · 홍무창\*\*

\*경희대학교 대학원 학과간협동과정 동서의학과

\*\*경희대학교 한의과대학 생리학교실

### Abstract

#### The effect of sensory stimulation on different sites of the body on arterial blood pressures and heart rates.

Gi-Yong, Yu · Gwang-Yun, Lee · Byung-Il, Min · Eun-Sang, Ko  
Ji-Hoon, Kim\* · Mu-Chang, Hong\*\*

\*Department of East-West Medicine, Graduate School, Kyung-Hee University

\*\*Department of Physiology, College of Oriental Medicine, Kyung-Hee University

**Objective :** The aim of the present study is to investigate the effect of stimulation on different sites of the body on MBP(mean blood pressure) and HR(heart rate).

**Methods :** Six healthy men have participated in this study. Before and after 10 min. exercise on a running machine of 10km/hr, acupressure, plain acupuncture and el - ectroacupuncture(50Hz) stimulation was practiced on GV20, LI4, ST36, BL40 and non-acupoints on T4 and T10 respectively for 20 min. and in a control group without any treatment. The changes of MBP and HR after exercise have been observed for 20 min. at 5 minute intervals.

**Results :** Compared with control, no significant difference was observed in research of the blood pressure measurement regardless of methods nor sites of stimulation. But there were trends of reduction in the heart rates in all experimental groups. Especially, in the group of acupressure on T10 before exercise, GV20, T10 after exercise and elec - tr - oacupuncture on GV20, LI4, BL40 after exercise there was statistically significant decreases in heart rates.

- 접수 : 2001년 10월 24일 · 수정 : 12월 20일 · 채택 : 2002년 1월 5일  
· 교신저자 : 민병일, 서울시 동대문구 회기동 1번지 경희대학교 대학원 학과간협동과정 동서의학과(Tel. 02-961-0286)  
E-mail : mbi@khu.ac.kr

**Conclusion :** From the present experiment, it is concluded that somatic stimulation has effect on the heart rates but not on the blood pressures, and the presence of effective sites on the decreases of heart rates suggest that this effect may depend on sites of stimulation.

**Key words :** Acupressure, Acupuncture, Electroacupuncture, Blood pressure, Heart rate

## I. 서론

경혈이란 체내 조직 기능의 이상에 대한 체표상의 반응점인 동시에 침구치료의 자극점이다<sup>1)</sup>. 한의학에서는 침구 및 각종 조작 방법을 운용하여 경혈에 물리적 자극을 가함으로써 생체의 반응을 유도하고, 다양한 질병을 치료하는데 응용해왔다<sup>2)</sup>. 각각의 경혈이 유도하는 반응 및 작용부위에는 일정한 특징이 관찰되므로 한의학에서는 질병과 증후에 따라 취혈을 달리함으로써 임상에 응용하였다. <難經·六十八難>에서는 “井主心下滿, 榮主身熱, 俞主體重節痛, 經主喘咳寒熱, 合主逆氣而洩”이라하여, 경혈에 따른 반응의 특징이 있음을 제시하였다. 한편, 서양의학의 관점에서 체표는 척수신경의 지배영역에 따라 피부분절(dermatome)으로써 영역화되어 있다. 내장 조직의 이상은 체표의 일정부위에 관련통, 피부이상, 자율신경 이상등의 증상으로 발현되며 반대로, 특정 분절내의 피부나 근육을 선택적으로 자극하면 분절 수준에서의 진통효과나 혹은 동일 분절내 교감신경의 활성을 억제하는 효과가 있음이 보고되었다<sup>3,4)</sup>.

체표 경혈에 가한 침자극은 임상적으로 통증을 제어하고, 국소의 혈류를 개선하는 효과가 있어<sup>5,6,7)</sup> 스트레스와 관련된 신체반응을 치료하는데 사용되고있다<sup>8)</sup>. 이러한 효과는 침이 스트레스와 관련된

교감신경의 활성을 억제할 것이라는 추정이 가능하게 했고, 심혈관계를 대상으로 하여 침이 자율신경 조절에 미치는 영향에 대한 연구가 많이 진행되었다<sup>9)</sup>. 실제로 동물실험을 통해서 전침 및 침자극이 강압효과가 있으며<sup>10,11)</sup> 그 효과가 내인성 opioid를 매개로 한 것임을 밝힌 보고들이 있다<sup>12,13,14)</sup>. Haker등은 습곡과 耳點에 가한 手鍼(plain acupuncture) 자극이 자율신경에 영향을 미치는 것을 확인하고, 득기감을 유도하며 습곡을 자극할 경우 자극후에 심박수의 유의한 감소가 일어난다고 하였으며<sup>15)</sup>, Han등도 침의 자극후 효과(post-stimulation effect)가 스트레스로 인한 혈압의 상승을 방지하는 효과가 있다고 보고하였다<sup>8)</sup>. 이와는 다르게 Knardahl등은 습곡에 가한 저빈도의 전침 자극이 교감신경을 활성화하여 통각 역치를 올림으로써 진통 효과를 유발하지만 심박수와 혈압에는 그다지 유의한 영향을 미치지 않는다고 보고하였다<sup>16)</sup>. 南 역시 아무런 手技를 가하지 않은 手鍼자극이 혈압에 영향을 주지 않는다고 하였다<sup>17)</sup>.

이와 같이 기존의 연구에서는 침자극이 자율신경의 활성에 영향을 미친다는 사실은 확인 하였으나 심혈관계에 미치는 구체적인 효과에 대해서는 아직 이견이 있다. 따라서 본 연구에서는 한의학의 穴性에 대한 이론과 서양의학의 해부학적 신경분포에 근거하여 상이한 經穴 및 피부분절에 가한 체성자극이 혈압과 심박수에 미치는 영향을 평가해 보았다. 百會(GV20), 습곡(LI4), 足三里(ST36), 委中

(BL40) 및 T4, T10상의 非經穴點에 각각 指壓, 手鍼, 電鍼자극을 실시하고 혈압과 심박수에 미치는 영향을 조사하여 유의한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 실험

### 1. 실험 대상

2000년 7월부터 8월까지 연령 20~30대(평균 21.8세)의 건강한 남성 6명을 대상으로 실험을 진행하였다. 피실험자들은 과거 심장 질환이나 기타 만성 질환을 앓지 않은 사람들이었다. 표준 체격표를 이용하여 과체중이나 저체중인 사람은 제외하고, 가족 내에 고혈압 등의 심장 질환이 없는 사람을 선발하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 실험 전 조건

실험은 특정 시각(오전 9시 ~ 오후 6시)을 정하여 시행하였다. 실험 시 실내의 온도는 되도록 섭씨 25도로 일정하게 유지하였다. 실험시작 2시간 전까지는 음식, 담배, 술 섭취를 중지하고, 20분 전까지는 편안히 앉은 자세로 휴식을 취하며 대기하였다. 운동 후와 혈압과 맥박 측정시 항상 앉은 자세를 유지하였다.

#### 2) 측정 도구 및 재료

전자혈압계(HD-2000F, Jawon Medical, Korea)를 사용하여 혈압과 심박수를 측정하였으며, 혈압은 MAP(S.P+2D.P/3)으로, 맥박은 beats/min으로 표시하였다. 經穴 및 非經穴點 자극에 電鍼(REBIRTH S-102, Saeik Medical, Korea) 및 鍼(직경 0.3mm 길이 40mm, 동방침구, Korea)을 사용하였다.

#### 3) 운동부하

운동량을 정량화 하기 위하여 Running Machine (Power Kat 860, Chinese)을 사용하여 10km/h의 속도로 10분간 운동을 하게하였다.

#### 4) 자극부위

자극 부위는 피부 분절에 따른 經穴 및 非經穴點을 선택하였다. 百會(GV20, C2영역), 合谷(LI4, C6영역), 足三里(ST36, L5영역), 委中(BL40, S2영역), 유두 선상에서 액와 직하선과 극돌기의 중점(T4영역), 배꼽 선상에서 액와 직하선과 배꼽의 중점(T10영역)을 각각 자극하였다.

#### 5) 자극방법

指壓시에는 실험 진행자의 엄지 손가락으로 10초간 압박 후 5초 휴식의 방법을 사용하였다. 手鍼시에는 평균 피하 1cm까지 자입하고 手技는 사용하지 않았다. 電鍼시에는 침을 피하 1cm까지 자입한 후 50Hz로 자극하였다. 이때 (+)극은 자극 부위에 두고 (-)극은 그로부터 1cm내에 있는 곳에 두었다.

#### 6) 실험군의 설정

##### (1) 대조군

아무런 자극도 가하지 않은 상태에서 10분간 운동을 하고나서 20분간 5분간격으로 혈압과 맥박을 측정하였다.

##### (2) 실험군

##### ① 운동 전 指壓 자극군

운동 전 실험부위를 20분간 지압한다. 지압을 중지하고 10분간 운동한다. 운동이 끝나면 20분 동안 5분 간격으로 혈압과 맥박을 측정하였다.

② 운동 후 指壓 자극군

먼저10분간 운동한다. 운동 직후 실험부위를 지압하며, 20분 동안 5분 간격으로 혈압과 맥박을 측정하였다.

③ 운동 전 手鍼 자극군

시작전 20분간 百會, 合谷, 足三里, 委中, T4, T10부위 (이하 실험부위로 통칭)에 자침한다. 그리고, 발침후 10분간 운동하고 나서 20분 동안 5분 간격으로 혈압과 맥박을 측정하였다.

④ 운동 후 手鍼 자극군

먼저10분간 운동한다. 운동 직후 실험부위에 자침하고, 유침한 상태에서 20분 동안 5분 간격으로 혈압과 맥박을 측정하였다.

⑤ 운동 전 電鍼 자극군

20분간 실험부위에 전침을 실시한다. 발침 후 10분간 운동한다. 운동이 끝나면 20분 동안 5분 간격으로 혈압과 맥박을 측정하였다.

⑥ 운동 후 電鍼 자극군

먼저10분 간 운동한다. 운동 직후 실험부위에 전침 자극을 하며, 20분간 혈압과 맥박을 측정하였다.

7) 통계처리방법

실험 결과는 모두 mean ± S.D.로 표현하였으며 통계적 처리는 ANOVA & turkey test를 사용하였다. 모든 test에서 p-value가 0.05이하인 경우만을 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

### III. 실험성적

1. 운동 전 指壓이 혈압과 심박수에 미치는

### 영향

1) 혈압에 미치는 영향

대조군은 안정시 103±5.5mmHg에서 운동직후 120.0±22.7mmHg로 상승하였다가 운동후 5분, 10분, 15분, 20분에 각각 94.9±10.9mmHg, 94.3±7.8mmHg, 93.3±9.4mmHg, 92.8±8.2mmHg로 안정되었다. 百會 자극군, 合谷 자극군, T4 자극군은 운동후 5분, 10분에서는 대조군보다 높다가, 15분, 20분후에 대조군에 비해 낮아지는 양상을 보였다. 반면, 委中과 T10 자극군은 자극후에 혈압이 상승하였다. 특히 委中 자극군은 안정시 94.5±7.1mmHg에서 자극후 96.6±15.1mmHg로 상승하였으며, 운동후에도 126.0±13.4mmHg를 기록하여 대조군의 120.0±22.7mmHg보다 향진된 양상을 보여주었다. 운동후에도 T10자극군은 안정시와 운동후 15분에는 대조군보다 높았으며, 운동후 5분, 10분, 20분에는 대조군보다 낮았다. 그러나, 이 모든 경우에 통계적인 유의성은 인정되지 않았다.

2) 심박수에 미치는 영향

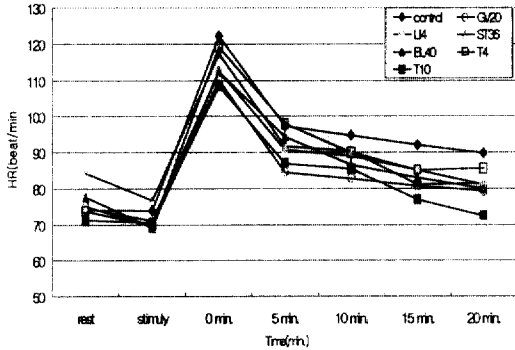
T10 자극군의 운동후 15분, 20분에서 각각 77.0±7.3회/min, 72.4±6.4회/min를 기록하여 대조군의 92.2±11.6회/min, 89.8±9.7회/min에 비해 유의성이 인정되었으며, 다른 경우에서도 모두 대조군에 비해 감소하는 경향을 보였으나 통계적인 유의성이 인정되지 않았다(Table 1, Fig. 1).

Table 1. The effect of acupressure before exercise on heart rates

Group	Heart rate(beat/min)							
	Rest	Stimulation	Exercise	Recovery				
				5min.	10min.	15min.	20min.	
Control	74.0±10.4	74.0±10.4	122.2±12.7	97.4±13.8	94.8±13.0	92.2±11.6	89.8±9.7	
GV20	75.1±8.7	69.6±9.2	110.2±10.1	84.6±11.0	82.7±10.3	80.7±7.0	79.4±6.4	
LI4	74.7±12.6	71.0±13.0	112.5±11.5	90.8±12.9	89.1±4.6	85.1±9.9	81.1±10.5	
ST36	84.4±11.7	76.6±8.2	117.3±11.5	91.6±9.3	90.4±10.0	81.2±6.5	81.4±10.1	
BL40	77.7±8.1	69.1±4.7	112.4±21.0	94.3±30.8	86.6±9.8	82.9±9.7	79.9±9.5	
T4	73.7±8.9	69.6±5.4	119.2±11.8	97.9±6.1	90.0±4.8	85.1±5.0	85.7±7.9	
T10	71.2±5.7	70.4±5.7	108.3±6.9	87.0±6.4	85.4±6.7	77.0±7.3*	72.4±6.4*	

Values of HR are means  $\pm$  S.D. Acupressure was exercised before exercise on different sites of body. \*p<0.05 was analysed by ANOVA & turkey test for the comparison of control with each group.

Fig. 1. The tracings of HR due to acupressure before exercise are shown



## 2. 운동 후 指壓이 혈압과 심박수에 미치는 영향

### 1) 혈압에 미치는 영향

대조군은 안정시  $102.9 \pm 5.7 \text{mmHg}$ 에서 운동후  $114.7 \pm 14.0 \text{mmHg}$ 으로 증가하였다가 운동을 마친 지 5분, 10분, 15분, 20분후에 각각  $105.7 \pm 11.2 \text{mmHg}$ ,  $104.8 \pm 14.1 \text{mmHg}$ ,  $97.5 \pm 10.5 \text{mmHg}$ ,  $94.2 \pm 8.3 \text{mmHg}$ 으로 감소하였다. 모든 실험군에서 전반적으로 대조군에 비해 낮은 수치의 혈압을 기록하였다. 百會 자극군은 대조군보다 낮은 값을 보이며 감소하다가 운동후 20분에  $97.3 \pm 9.5 \text{mmHg}$ 로 대조군의  $94.2 \pm 8.3 \text{mmHg}$ 보다 증가하였다. 반면, 足三里 자극군은 운동후 5분에  $92.7 \pm 16.1$ 로 대조군보다 현저히 감소하였으나, 10분후에  $100.9 \pm 9.3 \text{mmHg}$ 로 증가하고 이후 15분, 20분후에  $99.7 \pm 10.9 \text{mmHg}$ ,  $94.9 \pm 12.1 \text{mmHg}$ 로 완만한 감소를 보이며 대조군보다 높은 양상을 보여주었다. 그러나, 이 모든 경우에 통계적인 유의성은 인정되지 않았다.

### 2) 심박수에 미치는 영향

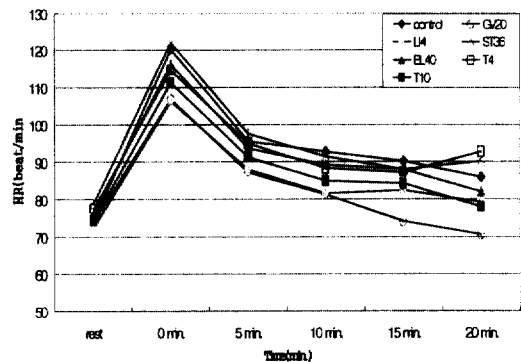
전체적으로 모든 실험군에서 대조군에 비해 낮은 심박수를 보였으며 특히, 百會에 가한 指壓 자극에서 15분, 20분후에 각각  $74.2 \pm 4.5 \text{회/min}$ ,  $70.6 \pm 3.5 \text{회/min}$ 를 기록하여 대조군의  $90.3 \pm 12.6 \text{회/min}$ ,  $86.0 \pm 11.8 \text{회/min}$ 에 비해 유의성 있는 감소를 보였다. T10에 指壓 자극을 가한 군도 자극후 20분에  $78.0 \pm 5.1 \text{회/min}$ 을 기록하여 역시 유의성 있는 감소를 나타내었다(Table 2, Fig 2).

Table 2. The effect of acupressure after exercise on the heart rate

Group	Heart rate(beat/min)					
	Exercise	Simulation				
		Rest	0min.	5min.	10min.	15min.
Control	74.3 $\pm$ 13.4	120.3 $\pm$ 15.1	95.5 $\pm$ 14.2	92.8 $\pm$ 15.4	90.3 $\pm$ 12.6	86.0 $\pm$ 11.8
GV20	74.0 $\pm$ 6.1	106.8 $\pm$ 10.0	87.3 $\pm$ 6.1	81.3 $\pm$ 4.8	74.2 $\pm$ 4.5*	70.6 $\pm$ 3.5*
LI4	72.5 $\pm$ 12.0	106.3 $\pm$ 10.7	88.0 $\pm$ 13.3	81.8 $\pm$ 11.8	82.5 $\pm$ 9.2	79.3 $\pm$ 8.5
ST36	79.0 $\pm$ 14.2	122.0 $\pm$ 20.9	97.5 $\pm$ 6.6	91.5 $\pm$ 8.0	88.0 $\pm$ 9.8	90.3 $\pm$ 6.0
BL40	76.0 $\pm$ 10.9	116.3 $\pm$ 14.2	93.8 $\pm$ 6.8	89.3 $\pm$ 11.9	88.0 $\pm$ 12.2	82.0 $\pm$ 12.2
T4	77.5 $\pm$ 10.8	114.5 $\pm$ 11.7	96.0 $\pm$ 10.3	88.3 $\pm$ 8.8	87.3 $\pm$ 9.8	92.8 $\pm$ 4.9
T10	74.5 $\pm$ 5.4	111.3 $\pm$ 6.8	91.3 $\pm$ 5.9	85.0 $\pm$ 3.8	84.3 $\pm$ 4.7	78.0 $\pm$ 5.1*

Values of HR are means  $\pm$  S.D. Acupressure was exercised after exercise on different sites of body. \*p<0.05 was analysed by ANOVA & turkey test for the comparison of control with each group.

Fig. 2. The tracings of the HR due to acupressure after exercise are shown.



### 3. 운동 전 手鍼 자극이 혈압과 심박수에 미치는 영향

#### 1) 혈압에 미치는 영향

모든 실험군에서 안정상태에서 자극을 실시한 이후에 다소간의 혈압의 저하가 있었으나 자극을 마치고 운동을 실시한 이후에는 모든 실험군이 대조군보다 높은 혈압을 나타내는 경향을 보였다. 그러나 百會 자극군은 운동후 15분에  $94.5 \pm 11.9\text{mmHg}$ , 合谷 자극군은 운동 후 10분과 15분에 각각  $94.6 \pm 12.4\text{mmHg}$ ,  $90.6 \pm 10.7\text{mmHg}$ , T4 자극군은 운동후 5분과 10분에 각각  $99.9 \pm 14.0\text{mmHg}$ ,  $95.3 \pm 14.1$ 로 대조군보다 높은 혈압을 나타내었다. 그러나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다.

#### 2) 심박수에 미치는 영향

대부분의 실험군이 대조군과 비슷한 양상을 보이며 별 차이를 보이지 않았으나 운동전 T4를 자극한 군에서만 운동 종료후 5분에  $92.3 \pm 6.7\text{회/min}$ 에서 10분후  $95.3 \pm 14.0\text{회/min}$ 으로 증가하였다가 15분, 20분후에 각각  $82.8 \pm 14.0\text{회/min}$ ,  $80.8 \pm 15.0\text{회/min}$ 을 기록하며 대조군보다 다소 높은 경향성을 보였으나 통계적인 유의성은 없었다.

### 4. 운동 후 手鍼 자극이 혈압과 심박수에 미치는 영향

#### 1) 혈압에 미치는 영향

모든 실험군에서 대조군보다 다소 높은 양상을 보였다. 특히 委中 자극군은 운동을 종료하고 자극을 시작한지 5분, 10분, 15분, 20분후에 각각  $103.3 \pm 13.5\text{mmHg}$ ,  $108.0 \pm 15.3\text{mmHg}$ ,  $105.5 \pm 15.1\text{mmHg}$ ,  $100.3 \pm 13.0\text{mmHg}$ 으로 모든 실험군 중에서 대조군과 가장 현저한 차이를 보였으나 유의성은 인정되지 않았다. 같은 시점에서 나머지 百會, 合谷, 足三里, T4, T10 자극군에서는 대조군보

다 다소 높긴 하였지만 비슷한 양상을 보이며 변화하였다.

#### 2) 심박수에 미치는 영향

운동을 종료하고 百會, 合谷, 足三里, T10 자극을 가한 실험군에서는 전반적으로 대조군보다 다소 낮은 심박수를 기록한 반면 委中, T4은 대조군보다 높게 나타났으나, 통계적인 유의성은 없었다.

### 5. 운동 전 電鍼 자극이 혈압과 심박수에 미치는 영향

#### 1) 혈압에 미치는 영향

委中 자극군에 있어서 운동후 5분에  $101.0 \pm 12.5$ 를 기록하였으나, 이를 제외한 모든 자극군에서 운동후 5분과 10분에 있어서 대조군보다 낮은 혈압을 나타내었다. 그리고 운동후 15분에서는 모든 자극군이 대조군보다 높은 혈압을 나타내었으며 운동후 20분에는 거의 모든 자극군이 대조군과 비슷한 혈압을 나타내었으며 T10 자극군만  $87.0 \pm 6.9$ 로 대조군에 비해서 낮은 혈압을 나타내었으나 통계적인 유의성은 없었다.

#### 2) 심박수에 미치는 영향

委中 자극군을 제외한 모든 자극군에서 자극후에 심박수가 감소하는 양상을 보였으며 운동후에도 대조군에 비해 낮은 심박수를 보였고 委中 자극군에서는  $96.5 \pm 15.8\text{회/min}$ ,  $93.0 \pm 9.2\text{회/min}$ ,  $89.0 \pm 8.8\text{회/min}$ ,  $83.5 \pm 12.2\text{회/min}$ 로 대조군보다 전반적으로 높은 양상을 보였으나, 통계적인 유의성은 인정되지 않았다.

### 6. 운동 후 電鍼 자극이 혈압과 심박수에 미치는 영향

#### 1) 혈압에 미치는 영향

百會 자극군, 足三里 자극군, 委中 자극군 그리고

T4 자극군에서 대조군에 비해서 낮은 혈압을 나타내는 경향이 있었으며, T10 자극군에 있어서는 운동후 5분에 99.9±16.7mmHg로 대조군에 비해서 낮은 경향을 나타내었으나 이후에는 대조군에 비해서 높은 혈압을 나타내었다. 합곡 자극군은 대조군에 비해서 특별한 경향성을 나타내지는 않았다.

2) 심박수에 미치는 영향

百會 자극군에서 자극후 10분, 15분후에 각각 74.5±7.9회/min, 70.2±7.8회/min, 합곡 자극군 10분, 15분후에 각각 74.3±9.9회/min, 70.6±8.5회/min를 기록하여 같은 시점 대조군의 88.3±11.6회/min, 85.2±11.6회/min에 비하여 유의성 있는 심박수 감소가 인정되었다. 또한 委中에 가한 電鍼 자극군에서도 자극후 10분에 75.0±8.6회/min로 나타나 같은 시점의 대조군 88.3±11.6회/min에 비해 유의성 있는 감소가 인정되었다. 足三里와 T4 자극군에서는 대조군보다 낮은 심박수를 기록했으나 유의성은 인정되지 않았다(Table 3, Fig 3).

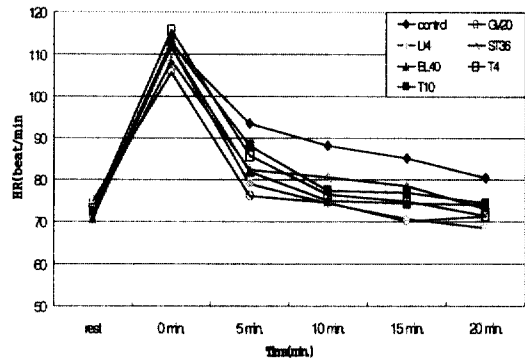
Table 3. The effect of electroacupuncture after exercise on heart rate

Group	Heart rate(beat/min)						
	Rest	Exercise	Recovery				
			5min.	10min.	15min.	120min.	
Control	72.3±12.0	112.5±13.5	93.5±12.3	88.3±11.6	85.2±11.6	80.5±10.5	
GV20	75.0±13.1	105.8±10.0	76.2±8.0	74.5±7.9*	70.2±7.8*	71.3±9.4	
LI4	73.3±9.3	111.8±19.0	79.1±10.8	74.3±9.9*	70.6±8.5*	68.5±10.7	
ST36	72.0±6.3	108.5±9.0	82.4±8.1	80.6±7.5	78.5±7.5	73.0±5.0	
BL40	70.8±8.6	112.0±23.1	82.0±11.2	75.0±8.6*	74.3±10.3	74.1±9.2	
T4	73.0±6.9	115.8±8.4	85.8±7.6	76.5±4.8	74.8±6.9	71.5±5.8	
T10	72.3±10.3	113.0±10.6	88.3±9.9	77.5±7.6	77.0±10.0	74.3±7.7	

Values of MAP are means ± S.D. Acupuncture was exercised before exercise combined with frequency of 50Hz on different sites of body. \*p<0.05 was analysed by ANOVA & turkey test for comparison of control with each group.

Fig. 3. The tracings of the HR due to electroacupu-

ncture after exercise are shown.



IV. 고찰

본 연구에서는 체표상의 상이한 경혈과 피부분절에 가한 체성 자극이 혈압과 심박수에 미치는 영향을 관찰하였다.

자극부위는 피부분절상의 C2 영역에 해당하는 百會(GV20), C6 영역의 合谷(LI4), L5영역의 足三里(ST36), S2영역의 委中(BL40), 그리고, T4, T10상의 非經穴點을 취혈하였다. 百會, 合谷, 足三里는 한의학적으로 각각의 고유한 효능을 가지고 있으면서 동시에 安神의 작용이 있어 심혈관계 질환에 응용되고 있다. 또한 合谷, 足三里와 관련하여서는 合谷과 足三里 자극이 혈압과 심박수에 미치는 영향도 보고된 바 있다<sup>18,19)</sup>. 委中은 足太陽膀胱經의 經穴로서 주로 腰痛 膝痛등의 통증질환에 많이 사용될 뿐만아니라 足太陽膀胱經은 心과 臟腑相通의 관계로서 심혈관계 질환인 증풍 고혈압 등에도 응용되고 있어<sup>20)</sup> 혈압과 심박수의 조절에도 관여될 것으로 여겨지고 있으나 이에 대한 정확한 보고는 없었다. 이상 4개의 경혈은 득기감의 유도가 용이할 뿐 아니라 서로 다른 체표부위에 위치하며 임상적으로도 자주 사용되는 혈위이다. T4영역은 피부분절상 심장의 위치에 해당하는 곳이고 T10부

위는 심장과 떨어져있는 영역으로서 T4와 그 효과를 비교하기 위한 목적으로 선택되었다. 유의한 결과를 얻기 위하여 指壓, 手鍼, 電鍼으로 자극 유형을 달리하며 자극에 따른 심혈관계의 반응을 관찰하였다.

심장은 교감신경과 부교감신경에 의해 이중 지배를 받고 있다. 부교감 신경은 동방결절(sinus node), A-V node를 중심으로 심방과 심실의 일부에 분포한 반면 교감신경은 심장 전체에 고루 분포되어있다<sup>21)</sup>. 부교감신경은 acetylcholine의 유리를 통해 sinus node에서 유발되는 심장수축의 리듬을 감소시키고, 교감신경은 이와 반대로 norepinephrine을 매개로해서 심박수를 증가시키며 심근의 수축력을 증가시킴으로써 혈압의 증가도 유발한다<sup>22)</sup>. 심장은 교감-미주신경의 균형(sympathovagal balance)을 통해 혈압과 심박수를 조절하는데 이는 대개 중추신경 수준에서의 통합, 말초에서의 억제성 내지 흥분성 반사기전의 요인들이 상호작용을 함으로써 일어난다<sup>23)</sup>. 체성 자극이 가해지면 동일 또는 인접 분절내의 절전신경원이 흥분되고 이어서 척수 또는 척수 상위수준에서 체성-교감반사 또는 체성-부교감 반사가 야기됨으로써 교감신경과 미주신경의 균형에 영향을 미치는 것으로 알려져있다<sup>24,25)</sup>.

체성 자극이 심혈관계의 기능에 미치는, 특히 항진된 심혈관계의 기능을 억제하는 효과를 관찰하기 위해서 본 실험에서는 운동으로써 혈압과 심박수가 항진된 상태를 실험 모델로 사용하였다. 혈압과 심박수는 운동을 시작한 이후 증가하기 시작하여 운동량에 비례하여 계속 증가하였다. 이러한 양상은 안정시 혈압이 증가하는 경우와 대조되는 것으로서, 안정시에는 혈압이 상승할 경우 관상동맥과 대동맥에 위치하는 압수용기(baroreceptor)를 매개한 자율신경 반사로 혈압과 심박수가 억제된다<sup>26,27)</sup>.

운동으로 혈압과 심박수가 상승한 건강인을 대상

으로 실험을 한 결과 운동 전, 후에 百會, 合谷, 足三里, 委中, T4, T10에 가한 指壓, 手鍼, 電鍼자극 모두 혈압에 미치는 영향에 있어서는 유의성 있는 효과가 관찰되지 않았다. 반면 심박수에 대해서는 운동 전, 후에 가한 指壓, 電鍼자극에서 모두 심박수가 일관되게 저하되는 경향성을 나타내었다. 운동 전 指壓을 실시한 군에서는 T10의 자극이 심박수의 감소에 가장 효과적이었으며, 그 외의 다른 부위도 대조군에 비하여 낮은 경향성을 보였으나 유의성 있는 차이는 아니었다. 운동후 指壓을 가한 군에서는 百會 자극이 가장 효과적이었으며, T10도 자극후 20분에 심박수의 유의한 감소를 보였다. 운동후 手鍼에서도 자극 부위간의 차이에 대한 유의성은 없었으나 그 중 合谷이 가장 낮게 나타났다. 운동후 電鍼자극군에서는 百會와 合谷, 委中이 유의성 있는 심박수의 감소를 나타내었다. 즉, 운동 전, 후에 가한 手鍼, 電鍼, 指壓 자극은 혈압에는 영향을 미치지 않는 반면 심박수의 감소를 유도하였으며, 특히 電鍼과 指壓의 자극이 효과적인 것으로 나타났다.

이상의 결과는 足三里에 가한 電鍼자극이 혈압을 강하시킨 반면, 심박수에는 영향을 미치지 않았다는 이전의 동물 실험 보고와는 상반된 것이다<sup>28,29)</sup>. 반면, 鍼 자극이 심혈관계에 대한 억제 효과가 있음을 보고한 Sugiyama의 연구 결과와는 상충하는데, 저자는 그 효과가 부교감 신경의 콜린성 작용(cholinergic effect)을 활성화 시킴으로써 야기된 것이라고 추정하였다<sup>30)</sup>. Sugiyama의 이러한 추정은 이후 Haker등이 침자극이 실제로 부교감 신경의 활성을 증진시킨다는 것을 실험적으로 밝힘으로써 지지를 얻게되었다<sup>15)</sup>. 이로써 본 실험에서 확인된 체성 자극에 의한 심박수의 감소 효과는 심장을 지배하는 부교감신경(미주신경)의 활성을 통한 acetylcholine의 작용으로 추정된다. 반면 혈압에 대해서 유의한 영향을 미치지 못하였는데 이는 체성자



극이 혈압을 조절하는 교감신경에는 유의한 효과를 미치지 못한 결과로 사료된다.

대체적으로 운동 전 자극에 의한 자극후 효과(post-stimulation effect)보다는 자극중 효과(stimulation effect)가 심박수의 저하에 더 유의하게 영향을 미쳤다. Haker는 득기감을 동반하여 습곡에 가한 자극이 자극 중에는 혈압과 심박수에 영향을 미치지 않다가 자극 후에 심박수의 감소를 유발했다고 보고했지만, 본 실험에서는 자극중의 電鍼이나 指壓 자극에서도 심박수의 유의한 감소를 관찰할 수 있었다. 이는 저빈도(2Hz)의 電鍼과 고빈도(100Hz)의 電鍼이 모두 자극중 심박수를 감소시키는 효과가 있지만 저빈도 자극에서는 그 효과가 자극후에도 일정기간 지속된다고 한 C.L.Hsieh의 보고와도 어느 정도 상응한다<sup>31)</sup>.

부위에 따른 효과의 차이에 대해서는 운동전 指壓군에서 T10, 운동후 指壓군에서 百會, T10, 운동후 電鍼군에서 百會, 습곡, 委中이 유의성 있는 심박수 강하를 유도한 지점이었으나 자극 부위간 효과에 대한 일관성 있는 경향성은 파악되지 않았다. 척수 절단이 가능하여 분절적 자극의 효과를 특히적으로 검사할 수 있는 동물 실험과는 달리<sup>32)</sup> 인체 실험에서는 상이한 체표분절상의 선택적 자극도 다양한 수준에서의 반사를 유발하며 더 나아가 척수 상위수준에서의 조절(descending tonic influence)이 관여하기 때문에 자극 부위에 따른 효과를 비교하는데는 한계가 있었던 것으로 사료된다<sup>33,34)</sup>. 다만, 다른 지점에 비해 차별적으로 유의성 있는 심박수의 강하를 유발한 지점이 존재한 것으로 보아 체성 자극이 혈압과 심박수에 미치는 영향에서 자극 부위에 따른 효과의 차이가 있는 것으로 인정되었다. 그러나, 유의한 효과를 보인 지점들(百會, 습곡, 委中, T10)이 심장과 직접적으로 관여된 피부분절상의 지점은 아니었으므로 침자극이 심박수의 저하에 미치는 효과는 피부분절과 상관없는 비분절적

기전을 매개로 유발된 것임을 추정할 수 있다.

본 실험에서 사용된 운동으로 상승된 건강인의 血力學적인 모델은 중추명령(central command)의 변화나 근육 활동에 의한 화학 수용기 반사(chemoreceptor reflex)효과 등의 요인이 개입할 소지를 안고 있다<sup>9,35,36,37,38)</sup>. 이러한 요인들을 배제할 수 있는 실험모델을 설정할 수 있다면 유형별, 부위별 체성 자극이 혈압과 심박수에 미치는 효과와 기전에 보다 특이적으로 접근할 수 있으리라 사료된다.

## V. 결론

인체를 대상으로 운동 전,후의 電鍼, 手鍼, 指壓 자극이 운동으로 상승된 혈압과 심박수의 회복에 미치는 영향을 알아보기 위하여 상이한 피부분절상의 체표지점(百會, 습곡, 足三里, 委中, T4, T10)에 자극을 가하고 혈압과 심박수의 변화를 측정하여 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 운동 전, 후에 百會, 습곡, 足三里, 委中, T4, T10에 가한 指壓, 手鍼, 電鍼자극은 아무런 자극을 가하지 않은 대조군과 비교했을 때, 운동후 상승한 혈압의 감소에 유의성 있는 영향을 미치지 않았다.

2. 운동 전과 운동 후에 指壓, 手鍼, 電鍼자극을 실시한 실험군은 모두 아무런 자극을 가하지 않은 대조군과 비교했을 때 운동으로 항진된 심박수를 감소시키는 경향을 보였다. 다만, 指壓과 電鍼 자극을 한 군은 手鍼 자극군에 비해서 그 효과가 더 뚜렷하게 나타났다.

3. 운동전 指壓 자극군은 모든 자극부위에서 대조군에 비해 심박수가 감소하는 양상을 보였다. 특

히, 운동 전 T10에 가한 指壓자극은 운동후 심박수의 감소에 유의성 있는 영향을 미쳤다. 운동후의 指壓 자극군도 대조군에 비해 전반적으로 심박수가 감소되는 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다.

4. 운동전 電鍼 자극군도 대조군에 비해 심박수가 감소되는 양상을 보였으나 유의성이 인정되지 않았다. 운동 후 電鍼 자극군 역시 전체적으로 심박수가 감소되는 양상을 보였는데 특히, 운동 후 百會와 合谷, 委中에 電鍼을 가한 경우 운동으로 항진된 심박수가 유의하게 감소하였다.

이상의 결과는 체표에 가한 체성 자극이 혈압에는 유의한 영향을 미치지 않는 반면 심박수에 대해서는 일정하게 감소시키는 경향이 있음을 보여주었다. 특히, 유의성 있는 심박수의 감소를 유발하는 지점이 인체의 다른 부위에 대해 특이적으로 존재함을 보여줌으로써 혈압과 심박수의 조절에 효과적인 자극점이 존재할 것을 시사하였다. 체성 자극의 이러한 효과는 상대적으로 교감신경의 억제보다는 부교감신경(미주신경)의 활성화에 기인하는 것으로 사료된다.

## VI. 참고문헌

1. 나창주 편저. 경락·수혈학 이론(경혈학총론). 서울:정문각. 1999:169-170.
2. 홍석은 편저. 침구 기초이론과 임상치료. 서울:동양서적. 1984:39-41.
3. Kaufman A, Sato A, Sato Y, Sugimoto H. Reflex changes in heart rate after mechanical and thermal stimulation of the skin at various segmental levels in cats. *Neuroscience*. 1997;2:103-109.
4. Koizumi K, Brook C: The spinal cord and the anatomic nervous system. In:Davidoff (ed) Handbook of the spinal cord, vol 2 and 3. New York, Marcel Dekker . 1984:779-795.
5. Andersson S, Lundeberg T. Acupuncture -from empiricism to science: functional background to acupuncture effects in pain and disease. *Med. Hypothesis* 1995;45: 271-281.
6. Andersson S. The functional background in acupuncture effects. *Scand J Rehab Med*. 1993;29:31-60.
7. Dyrehag LE Wiederstrom E, Carlsson SG, Andersson SA. Effects of repeated sensory stimulation sessions(electro-acupuncture) on skin temperature in chronic pain patients. *Scand J Rehab. Med*. 1997;29:243-250.
8. Han SH. Inhibitory effects of electro-acupuncture on stress responses evoked by tooth-pulp stimulation in rats, *Physiology & Behavior*. 1999;66(2):217-222.
9. Robinson BF, Epstein SE, Beiser GD, Braundwald E. Control of heart rate by the autonomic nervous system: studies in man on the interrelation between baroreceptor mechanisms and exercise. *Circ. Res*. 1966;19:400-411.
10. 김정유, 김강식, 임종국. 심선혈 침자가 자연 발증 고혈압 백서의 혈압에 미치는 영향. *대한침구학회지*. 1984;1(1):97-104.
11. 김기현, 이윤호. 침자극이 백서의 맥박수와 혈압에 미치는 영향. *대한침구학회지*. 1986;

- 3(1):39-52.
12. Hoffman P, Delle M, Delle P. Role of opioid receptors in the long-lasting blood-pressure depression after electric muscle stimulation in the hind leg of the rat. *Acta Physiol. Scand.* 1990;140:191-198.
  13. Li P, Sun FY, Zhang AZ. The effect of acupuncture on blood pressure: The interrelation of sympathetic activity and endogenous opioid peptides. *Acupunct Electrother Res.* 1983;8(1):45-56.
  14. Yao T, Andersson S, Thoren P. Long lasting cardiovascular depression induced by acupuncture-like stimulation of the sciatic nerve in unanaesthetized spontaneously hypertensive rats. *Brain Res.* 1982;240:77-85.
  15. Eva H, Egekvist H, Bjerring P. Effect of sensory stimulation (acupuncture) on sympathetic and parasympathetic activities in healthy subjects. *J Autonomic Nervous System.* 2000;79:52-59.
  16. Knardahl S, Elam M, Olausson B, Wallin G. Sympathetic nerve activity after acupuncture in humans. *Pain.* 1998; 75:19-25.
  17. 남상수. 희침약침자극이 자발성 고혈압 흰쥐의 혈압에 미치는 영향 및 강압 기전에 대한 연구. 경희대학교. 1997.
  18. Holly R, Middlekauff, Jun Liang Yu, and Kakit Hui. Acupuncture effects on reflex responses to mental stress in humans. *Am J Physiol.* 2001;280(5):1462-1468.
  19. Zhou Y, Wang Y, Fang Z, Xia C, Liu B, Chen Q, Zhang F. Influence of acupuncture on blood pressure, contents of NE, DA and 5-HT of SHR and the interrelation between blood pressure and whole blood viscosity. *Zhen Ci Yan Jiu.* 1995;20(3):55-61.
  20. 윤성수, 이병열, 성락기. 위중혈(B40)에 대한 문헌적 고찰. *대한침구학회지.* 1990;7(1):263-276.
  21. Auther C Guyton, John E. Hall. *Textbook of Medical Physiology.* Sanders. 1996:126-127.
  22. 민병일. *최신생리학.* 서울:신광출판사. 2000:6,18-20.
  23. Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation.* 1991;84:482-492.
  24. Sato A, Sato Y, Schmidt RF. The impact of somatosensory input on autonomic functions. In: *Reviews of Physiology Biochemistry and Pharmacology.* Heideberg:Springer. 1997:328.
  25. Suter B, Kistler A. Does acupuncture influence the cardiovascular system via the central nervous system?. *Schweiz Med. Wochenschr.* 1994;124:36-38.
  26. Pagani M, Montano N, Porta A, Malliani A, Abboud FM, Brickett C, Somers VK. Relationship between spectral components of cardiovascular variabilities and direct measures of muscle sympathetic nerve activity in humans. *Circulation.* 1997;95: 1441-1448.
  27. Borne P, Heron S, Nguyen H, Unger P,

- Leeman M, Vincent JL, Degaute JP. Arterial baroreflex control of the sinus node during dobutamine exercise stress testing, *Hypertension*. 1999;33:987-991.
28. Li P, Sun FY, Zhang AZ. The effect of acupuncture on blood pressure: The interrelation of sympathetic activity and endogenous opioid peptides. *Acupunct Electrother Res*. 1983;8(1):45-56.
29. Ohsawa H, Okada K, Nishijo K, Sato Y. Neural mechanism of depressor responses of arterial pressure elicited by acupuncture-like stimulation to a hindlimb in anesthetized rats. *J Auton Nerv Syst*. 1995;51:27-35.
30. Sugiyama Y, Xue Y X, Mano T. Transient increase in human muscle sympathetic nerve activity during manual acupuncture. *Jpn J Physiol*. 1995;45:337-345.
31. Hsieh CL, Lin JG, Li TC, Chang QY. Changes of pulse rate and skin temperature evoked by electroacupuncture stimulation with different frequency on both zusanli acupoints in humans. *Am J Chin Med*. 1999;27(1):11-18.
32. Kimura A, Ohsawa H, Sato A, Sato Y. Somatocardiovascular reflexes in anesthetized rats with the central nervous system intact or acutely spinalized at the cervical level. *Neurosci. Res*. 1995;22:297-305.
33. Berry MM, Standring SM, Bannister LH. Nervous system, In: Williams PL, Bannister LH, Berry MM, Collins P, Dyson M, Dussek JE, Ferguson MWJ, Grays anatomy. London:Churchill Livingstone. 1995:1251-1252.
34. Budgell B, Sato A. Modulations of autonomic functions by somatic nociceptive inputs. *Progress in Brain Research*. 1996;113:525-239.
35. Bevergard BS, Shepherd JT. Circulatory effects of stimulating the carotid arterial stretch receptors in man at rest and during exercise. *J Clin Invest*. 1996;45:132-142.
36. Bristow JD, Braun EB, Cunningham DJC, Howson MG, Strange Petersen E, Pickering TH, Sleight P. Effect of bicycling on the baroreflex regulation of pulse interval. *Circ Res*. 1971;38:582-593.
37. Cunningham DJC, Strange Peterson E, Peto R, Pickering TG, Sleight P. Comparison of the effect of different types of exercise on the baroreflex regulation of heart rate. *Acta Physiol Scand*. 1972;86:444-455.
38. Iellamo F, Hughson RL, Castrucci F, Legramante JM, Raimondi G, Peruzzi G, Tallarida G. Evaluation of spontaneous baroreflex modulation of sinus node during isometric exercise in healthy humans. *Am J Physiol*. 1994;267:994-1001.