

## 고빈도 및 저빈도 전침이 당뇨쥐의 혈당과 면역글로불린 G 및 콜레스테롤 농도에 미치는 영향

박미희, 김은영  
마산대학 물리치료과

노민희  
부산가톨릭대학교 물리치료학과

김재영  
부산가톨릭대학교 임상병리학과

### Abstract

The Effect of Electrical Acupuncture of High and Low Frequencies on Glucose, Immunoglobulin G and Cholesterol in Diabetic Rats

**Mi-hee Park, M.Sc. P.T.**

**Eun-young Kim, Ph.D., P.T.**

Dept. of Physical Therapy, Masan College

**Min-hee Rho, Ph.D., D.V.M.**

Dept. of Physical Therapy, Catholic University of Pusan

**Jai-young Kim, Ph.D.**

Dept. of Clinical Laboratory Science, Catholic University of Pusan

Electrical acupuncture has been shown to induce hypoglycemic effect in streptozotocin diabetic rats. The Zusanli acupoints have been widely used in traditional Chinese medicine to relieve symptoms of diabetes mellitus. But, the effects of electrical acupuncture stimulation of different frequencies are still unclear. We designed an experiment to investigate the effect of electrical acupuncture of high (100 Hz) and low (2 Hz) frequencies on Zusanli acupoint for 15 minutes in streptozotocin diabetic rats. They were divided into 4 groups, high frequency electrical acupuncture (HFEA group, n=5), low frequency electrical acupuncture (LFEA group, n=5), without any treatment (control group, n=5) and normal group (n=5). After 2 weeks of treatment, the HFEA and LFEA groups had a significantly decreased glucose concentration in serum in comparison to the control group. Additionally, the HFEA group had a significantly decreased glucose concentration in serum compared with the LFEA group. Both the HFEA and LFEA groups had a significantly decreased Immunoglobulin G concentration in serum compared with control group. The LFEA and control groups had a significantly increased cholesterol concentration in serum compared with the normal group, but the HFEA did not have a significantly increased cholesterol concentration. Thus we suggest that electrical acupuncture stimulation at the Zusanli acupoints is effective on hypoglycemic effect and immune function. Overall, the therapeutic effects of electrical acupuncture at 100 Hz was better than effects at 2 Hz.

**Key Words:** Cholesterol; Different electrical acupuncture; Glucose; Immunoglobulin G; Streptozotocin induced diabetic rat.

## I. 서론

당뇨병은 췌장 베타세포에서 분비되는 호르몬인 인슐린의 절대량이 부족하거나 혹은 생체 내 인슐린의 효율이 떨어지면 혈중 포도당의 농도가 증가되어 유발되는 대사성 질환이다(Harrison, 1987). 우리나라의 당뇨병 유병률은 빠르게 증가하고 있으며, 당뇨병 환자들의 질병 및 생활양식 관리 수준은 만족스럽지 못한 상황이다(김상아 등, 2005).

이러한 당뇨병에 대한 국내·외적으로 인간 및 동물 모델을 대상으로 많은 연구가 시도되어왔다. 이전의 연구들에 의하면 운동과 식이요법 및 약물요법이 당뇨병 관리의 3대 요소로 중요하게 작용하는 것으로 알려졌다(김덕희, 2001; 송자경 등, 2002). 최근에 당뇨병 관리에 대한 중요성이 확대되면서 좀 더 다양한 방법으로 활발한 연구가 진행되고 있다.

특히 전침을 이용한 당뇨병의 치료는 최근에 밝혀지기 시작하였으며, 몇몇의 연구에서 혈당을 저하시키는 효과가 있음을 증명하고 있다. Shapira 등(2000)에 의하면 당뇨병을 유발시킨 쥐를 복부전침, 배부전침 그리고 전침치료를 하지 않은 당뇨병대조군으로 분류하여 3주 후에 인슐린, 혈당 및 체중을 측정하여 전침을 적용한 군에서 혈중 인슐린 농도가 저하되지 않았으며, 대조군에 비하여 체중의 감소 없이 혈당이 저하되어 당뇨병의 치료에 전침이 효과적이라고 하였다. 또 전침의 적용부위도 족삼리(Tseng 등, 2005; Zeng과 Li, 2002), 중완(Chang 등, 1999), 신유(Mo 등, 1996)가 당뇨병의 치료에 효과적인 것으로 보고되고 있다. Zeng 등(2006)은 강, 중, 약으로 강도를 다르게 하여 당뇨병성 위무력증이 있는 환자에게 전침을 적용한 후 그 효과를 연구하였다. 2주간 치료 후에 중등도의 강도로 전침을 적용한 군에서 가장 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다. 특히 당뇨병성 위무력증이 있는 환자 40명에게 중완과 족삼리에 적용한 전침이 양방치료인 모사프라이드(mosapride)를 5 mg 투여한 군보다 유의한 치료효과가 있는 것으로 밝혀져(Zhuang 등, 2005), 앞으로 전침에 대한 더 다양한 연구가 당뇨병 환자의 관리에 있어서 중요할 것으로 사료된다.

Zhang 등(2003)은 고빈도와 저빈도의 전침자극을 각각 시행한 후 진통효과와 관련된 뇌의 기능성자기공명영상(fMRI)을 측정하여, 고빈도와 저빈도 전침 모두 진통 효과가 있으나 각각 다른 뇌영역의 활동이 나타난다고 하

였다. 또 건강한 사람에게 2 Hz와 100 Hz의 고빈도와 저빈도 전침을 각각 족삼리에 적용하여 위 근전위활동에 미치는 효과를 연구한 결과, 저빈도 전침이 규칙적인 근전위활동을 일으키는데 효과적이라고 하였다(Chou 등, 2003).

그러나 기존의 대부분의 연구들은 전침의 적용 유무에 따른 치료효과를 검증하는데 그치고 있다. Zeng 등(2006)의 연구와 같이, 최근에 전침의 강도에 따른 당뇨병성 위무력증 환자의 치료효과를 검증한 연구와 Zhang 등(2003)과 Chou 등(2003)에 의한 고빈도와 저빈도 전침의 적용에 따른 진통효과나 위 근전위활동의 보고는 있었으나, 당뇨병의 치료효과와 관련된 연구는 매우 미흡한 실정이다.

따라서 당뇨병 관리에 있어서, 전침의 강도나 기간, 빈도를 다르게 하여 보다 정확한 전침효과의 기전을 밝혀야 할 필요성이 제시된다. 본 연구에서는 Streptozotocin으로 당뇨병을 유발시킨 흰쥐에 고빈도와 저빈도 전침을 각각 적용하여 혈당, 면역글로블린 G 및 콜레스테롤의 농도를 측정하여 그 효과를 검증하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 실험동물

실험동물은 생후 6~7주령의 체중 약  $200 \pm 10$  g의 Sprague-Dawley계 흰쥐 20마리를 사용하였다. 실험실 환경은 온도  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , 습도  $55 \pm 5\%$ 를 유지하고, 1일 12시간의 광주기와 12시간의 암주기를 적용하였다. 물과 사료는 충분히 공급하여 자유롭게 섭취하도록 하였다.

실험동물은 각 군당 5마리씩 4군으로 배정하였다. 당뇨병을 일으키지 않고 아무런 치료도 하지 않은 정상대조군, 당뇨병을 일으킨 다음 치료를 하지 않은 당뇨병 대조군, 당뇨병을 일으킨 다음 고빈도의 전침 치료를 시행한 군과 당뇨병을 일으킨 다음 저빈도의 전침 치료를 시행한 군으로 분류하였다. 이하 정상군, 대조군, 고빈도 전침군 그리고 저빈도 전침군이라 한다.

### 2. 실험방법

#### 가. 당뇨병 유발

당뇨병을 유발시키기 위하여 실험동물은 .01M citrate buffer(pH 4.5)에 용해시킨 Streptozotocin<sup>1)</sup>을 50

1) Sigma, Chemical, U.S.A.

mg/kg body weight의 용량으로 1차 복강 내 주사하였다. 그런 다음 3일 후에 같은 방법으로 2차 복강투여를 시행하여 당뇨병을 유발하였다. 당뇨병의 발생은 Streptozotocin 2차 투여 3일 후부터 혈당측정기<sup>2)</sup>로 확인하였으며, 혈당수치가 200 mg/dl 이상 되는 흰쥐만 본 실험에 사용하였다. 대조군은 .01M citrate buffer를 당뇨병 유발군과 같은 방법으로 주사하였다.

#### 나. 면역글로블린 G와 콜레스테롤의 농도 측정

모든 실험동물은 2주간의 실험 후에 12시간 동안 절식하였으며, ethylether로 마취하여 해부관에 고정된 다음, 심장에서 직접 혈액을 채취하였다. 채혈된 혈액은 실온에서 30분 방치한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 분리한 즉시 시료로 사용하였다. 혈액 생화학자동분석기<sup>3)</sup>를 사용하여 혈청 내 각 농도를 측정하였다.

#### 다. 전침의 치료

전침 치료는 ES-160<sup>4)</sup>을 사용하였으며, Chou 등 (2003)과 같은 방법으로 인체의 족삼리에 해당하는 부위를 매일 15분씩 2주 동안 적용하였다. 저빈도 전침치료군은 2 Hz의 주파수에서 2 mA의 강도로 족삼리에 적용하였으며, 고빈도 전침치료군은 100 Hz 주파수에서 2 mA의 강도로 족삼리에 적용하였다.

#### 라. 자료 분석

본 연구의 실험 결과는 평균±표준편차로 표시하였고, 통계검정은 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였다. 각 변인의 변화를 비교하기 위하여 일방향분산분석(one-way ANOVA)을 시행하였고 사후검정은 Scheffe로 하였다.

치료 전과 후를 비교하기 위해서 대응표본 t-검정을 시행하였으며, 유의수준  $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

### III. 결과

#### 1. 혈당의 측정

흰쥐에게 당뇨병을 유발한 후, 치료를 시작하기 전에 측정된 혈당은 고빈도 전침군 331.40±26.56 mg/dl와 저빈도 전침군 370.60±28.19 mg/dl 그리고 대조군은 376.00±44.12 mg/dl로 나타났다. 이러한 결과는 당뇨병 유발군 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다( $p>.05$ ). 정상군은 116.80±12.91 mg/dl로 당뇨병을 일으킨 세 군은 모두 정상군보다 유의하게 높게 나타났다( $p<.05$ )(표 1).

치료 2주 후, 혈당의 농도는 고빈도 전침군이 268.60±25.66 mg/dl로 가장 낮게 나타났으며, 이것은 저빈도 전침군 358.20±30.11 mg/dl와 당뇨병대조군 431.40±38.43 mg/dl 보다 유의하게 낮은 농도로 나타났다( $p<.05$ ). 저빈도 전침군은 당뇨병 대조군에 비해서 유의하게 낮은 농도로 나타났다( $p<.05$ )(표 1).

치료 전후 차이 검정에서 대조군과 고빈도 전침군은 각각 유의한 변화가 있는 것으로 나타났으나( $p<.05$ ), 정상군과 저빈도 전침군은 치료 전과 후에 유의한 변화가 없었다( $p>.05$ )(표 1).

치료 전과 후의 혈당변화량을 살펴보면, 고빈도 전침군과 대조군은 서로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으나( $p<.05$ ), 저빈도 전침군과 정상군과는 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ). 이러한 치료 전과 후의 변화량은 고빈도 전침군이 다른 실험군과 비교하여 가장 크게 감소가 일어난 것으로 나타났다( $p<.05$ )(그림 1).

표 1. 치료 전과 후의 각 군의 혈당 비교

(N=20)

군	치료 전 혈당(mg/dl)	치료 후 혈당(mg/dl)	대응표본 T 검정	
	평균±표준편차	평균±표준편차	t	p
정상군	116.80±12.91 <sup>a</sup>	107.60±4.22 <sup>a</sup>	2.010	.115
대조군	376.00±44.12 <sup>b</sup>	431.40±38.43 <sup>b</sup>	-3.325	.029*
고빈도 전침군	331.40±26.56 <sup>b</sup>	268.60±25.66 <sup>c</sup>	3.312	.030*
저빈도 전침군	370.60±28.19 <sup>b</sup>	358.20±30.11 <sup>d</sup>	.513	.635

어깨글 a, b, c, d는 유의수준 .05로 유의하게 다른 군이다.

\* $p<.05$

2) Accu- Check Active, Roche Diagnostics GmbH, Germany.

3) OLYMPUS 5200, Japan.

4) ITO, Japan.

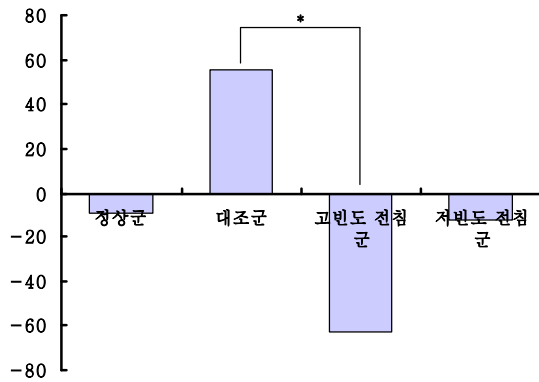


그림 1. 치료 2주 후의 각 군 사이의 혈당변화량 비교(\*p<.05).

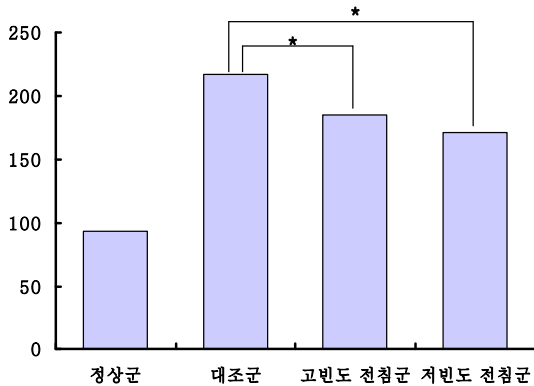


그림 2. 치료 2주 후의 각 군 사이의 면역글로불린 G 농도의 비교(\*p<.05).

### 2. 면역글로불린 G의 농도

치료 마지막의 면역글로불린 G의 농도는 고빈도 전침군 184.87±18.54 mg/dl와 저빈도 전침군 171.13±10.81 mg/dl로 대조군의 농도 217.22±12.80 mg/dl보다 유의하게 감소하였다(p<.05). 저빈도 전침군은 고빈도 전침군보다 면역글로불린 G의 농도가 낮게 나타났지만 유의한 차이는 없었다(p>.05)(그림 2).

### 3. 콜레스테롤의 농도

치료 마지막의 콜레스테롤 농도는 고빈도 전침군이 82.61±7.72 mg/dl로 당뇨병대조군 90.10±5.81 mg/dl와 저빈도 전침군 89.24±7.60 mg/dl보다 낮게 나타났지만

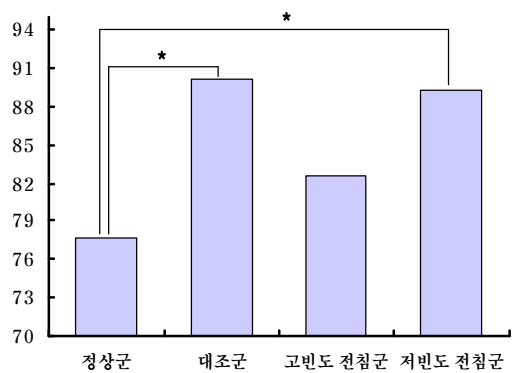


그림 3. 치료 2주 후의 각 군 사이의 콜레스테롤 농도의 비교(\*p<.05).

유의한 차이는 없었다(p>.05). 저빈도 전침군은 대조군보다 낮은 농도로 나타났지만 의미 있는 차이는 없었다(p>.05). 그러나 고빈도 전침군이 정상군과 유의한 차이가 없는 반면에(p>.05) 저빈도 전침군과 대조군은 정상군과 유의한 차이가 있었다(p<.05)(그림 3).

## IV. 고찰

인슐린 의존성 당뇨병의 연구는 당뇨병 유발물질로 알려진 Alloxan 및 Streptozotocin(STZ)을 실험동물에 투여하여 이루어지고 있으며, 이들 약물은 주로 췌장 베타세포만을 선택적으로 산화시켜 파괴하여 당뇨병을 유발시키는 것으로 알려져 있다(Dunn 등, 1944; White와 Cinotti, 1972). 이 중 STZ은 당뇨병의 연구에 널리 사용되고 있다. 본 연구에서는 STZ으로 당뇨병을 유발시킨 흰쥐에 고빈도와 저빈도 전침을 각각 족삼리에 적용하여 혈당과 면역글로불린 G 및 콜레스테롤 농도를 조사하였다.

최근에, 당뇨병의 치료를 위해 전침의 효과에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. Wang(2004)은 다른 치료에 비해 전침이 효과적이라고 하였으며, Zhuang 등(2005)은 약물치료보다 더 유의한 효과가 있는 것으로 제안하였다. 치료부위는 족삼리가 주로 이용되고 있다. 무릎의 아래에 있는 경골의 약간 후방으로 약 2 mm 외측에 있는 족삼리는 전침지역으로 다양한 효과를 유발한다. 특히 통증의 감소와 진경성(spasmodic), 인체 항상성에 가장 효과적이다(Stux와 Pomeranz, 1988).

Tseng 등(2005)은 STZ로 유발된 당뇨병 흰쥐의 족삼리에 2 ms, 2 Hz 주파수로 30분 동안 전침을 적용한 결과, 동적인 세포의 신경화학적 변화를 통하여 에너지 대사 과정에 영향을 미친다고 하였다. Chang 등(2006)은 STZ로 유발된 당뇨병 흰쥐의 양쪽 족삼리에 15 Hz의 주파수로 전침을 적용한 후, 혈당의 저하와 함께 인슐린 민감도를 상승시키는 효과를 보고하였다. Lin 등(2002)은 수술 후의 통증조절을 위해, 100 Hz의 고빈도와 2 Hz의 저빈도 전침의 효과를 알아보기 위하여 100명의 복부 수술환자에게 양쪽의 족삼리에 전침을 적용하였다. 연구의 결과, 고빈도와 저빈도 전침 모두 수술 전 전침의 적용이 수술 후의 진통감소와 부작용을 감소시키는 것으로 나타났다. 또 건강한 사람에게 2 Hz의 저빈도와 100 Hz의 고빈도 주파수로 족삼리에 각각 적용한 결과, 2 Hz의 주파수로 전침을 적용한 군에서 위의 근활동전위가 규칙적으로 나타났다(Chou 등, 2003).

위와 같이, 전침은 2 Hz, 15 Hz 및 100 Hz의 주파수로 각각 당뇨병의 치료에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려졌다. 본 연구에서는 2주간의 치료 후에, 고빈도 전침군과 저빈도 전침군에서 모두 대조군보다 혈당의 저하가 크게 나타났다. 특히, 치료 전과 치료 후의 혈당 변화량을 살펴보면, 고빈도 전침군이 약 62.8 mg/dL로 감소하였으며 저빈도 전침군은 약 12.4 mg/dL로 감소하였다. 반대로 대조군은 치료 후에 55.4 mg/dL로 혈당이 증가하였다. 이러한 결과는 전침적용 전과 후에서 고빈도 전침군과 대조군이 각각 유의한 변화가 있는 것으로 나타났다. 따라서 고빈도 전침군이 저빈도 전침군보다 유의하게 혈당을 감소시키는 것으로 나타났다.

면역글로불린은 항체의 기능을 가지고 있는 혈청 단백질이다. 이것은 항체의존의 세포매개 독작용과 보체계를 활성화하며, 독소중화작용 등의 기능을 하는 것으로 알려져 있다. 특히 면역글로불린 G 농도의 증가는 근래의 감염 또는 항원에 노출된 것을 의미한다(김세종, 1994). Cheng 등(2005)에 의하면 당뇨병을 유발시킨 흰쥐에 C16을 투여한 결과, 최종당화산물(advanced glycation endproducts)의 축적이 감소한 것을 보고하였다. 이러한 결과는 C16이 당뇨병과 관련된 심혈관계 질환을 회복하는데 효과적인 것으로 제시하였으며 또 최종당화산물의 감소는 면역글로불린 G의 유의한 감소와 함께 일어난다고 하였다. 따라서 면역글로불린 G의 감소는 당뇨병과 관련된 최종당화산물의 감소와 관련하여 당뇨병 합병증의 억제와 연관된다. 본 연구에서, 면역글

로블린 G는 대조군에서 가장 높게 나타났고 저빈도 전침군과 고빈도 전침군은 유의하게 감소되었다. 또 저빈도 전침군은 고빈도 전침군보다 감소되었으나 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 따라서 당뇨병 흰쥐에게 시행한 고빈도와 저빈도 전침은 모두 면역글로불린 G의 농도를 감소시켰으며, 이전의 연구를 토대로 볼 때 당뇨병대조군에 비해서 더 효과적으로 합병증을 예방할 수 있을 것으로 기대된다.

김세종 등(2003)에 의하면, 트레드밀 운동과 타우린 섭취가 STZ로 유발된 당뇨병 흰쥐의 혈당 뿐 아니라 콜레스테롤 농도를 감소시키는 것으로 제안하였다. 박사현 등(2005)은 한약복합처방 약침 및 경구투여를 통하여 STZ로 유발한 당뇨병 흰쥐의 항산화역제 및 혈청 콜레스테롤 함량 변화에 미치는 효과를 연구하였는데, 정상군에서 STZ 투여에 의한 콜레스테롤 함량은 대조군과 유의한 차이 없이 증가하였으며, 이러한 의미는 STZ에 의한 당뇨병 유발이 콜레스테롤 함량에 영향을 주지 않는다고 제시하였다. 또 한약복합처방 약침 및 경구투여 후에도 대조군에 비해서 콜레스테롤 농도가 감소하기는 하였지만, 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 그러나 본 연구의 결과는 고빈도 전침군과 저빈도 전침군에서 대조군보다 낮은 농도로 나타났으며, 특히 고빈도 전침군은 대조군과 저빈도 전침군에 비하여 유의하게 낮게 나타났다. 이러한 결과는 박사현 등(2005)의 연구와 대조적이며 김세종 등(2003)의 연구와 비슷한 것으로 사료된다. 본 연구와 같은 결과는 고빈도 전침이 콜레스테롤 농도를 저하시키므로, 향후 죽상동맥경화증과 같은 당뇨병합병증의 예방에 매우 효과적인 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합하면, 고빈도와 저빈도 전침은 혈당, 면역글로불린 G 및 콜레스테롤 농도를 감소시키며, 특히 고빈도 전침군이 저빈도 전침군보다 혈당과 콜레스테롤 감소에서 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 당뇨병의 관리에서 고빈도 전침치료는 저빈도 전침치료보다 더 효과적인 것으로 생각된다. 그러나 본 연구의 결과를 일반화하기에는 앞으로 더 많은 비슷한 연구가 필요할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 고빈도와 저빈도의 전침이 Streptozotocin으로 유도된 당뇨병 흰쥐의 혈당, 면역글로불린 G 및 콜레

스테롤 농도에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 흰쥐의 족삼리에 해당하는 부위를 2 Hz와 100 Hz의 주파수로 각각 15분씩 2주 동안 적용하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

당뇨병대조군에 비하여 고빈도 및 저빈도 전침은 혈당, 면역글로불린 G 및 콜레스테롤의 농도 감소에 효과적인 것으로 나타났다. 특히 100 Hz의 고빈도 전침군은 2 Hz의 저빈도 전침군에 비하여 혈당감소가 더 크게 나타났으며, 면역글로불린 G의 농도는 저빈도 전침군이 고빈도 전침군보다 낮게 나타났으나 콜레스테롤의 농도는 높게 나타났다.

본 연구의 결과를 일반화하기 위해서, 앞으로 본 연구와 같은 방법으로 당뇨병의 원인이 되는 인슐린의 농도나 체중과 관련된 변화 등, 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료되며, 아울러 전침의 강도나 시간에 따른 혈당과 인슐린 농도의 변화에 관한 연구가 필요할 것이다.

## 인용문헌

- 김덕희. 제 1형 당뇨병의 진단 및 치료. 대한당뇨병학회지. 2001;25(1):1-15.
- 김상아, 박용섭, 오희철 등. 우리나라 당뇨병의 유병률과 관리상태. 대한내과학회지. 2005;68(1):10-17.
- 김세중. 면역학. 고려의학. 1994:219.
- 김세중, 서혜림, 이현미 등. 트레드밀 운동과 타우린 섭취가 streptozotocin 유도 당뇨쥐의 체중, 혈당, 인슐린 및 콜레스테롤 농도에 미치는 영향. 운동영양학회지. 2003;7(3):257-263.
- 박사현, 조수인, 채우석 등. 韓藥複合處方 藥鍼 및 經口投與가 Streptozotocin에 의한 흰쥐의 糖尿病과 抗酸化能에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2005;22(1):1-11.
- 송자경, 최정숙, 정춘희 등. 중년기 여성 당뇨병 환자의 자가관리. 대한당뇨병학회지. 2002;3(1):56-66.
- Chang SL, Lin KJ, Lin RT, et al. Enhanced insulin sensitivity using electroacupuncture on bilateral Zusanli acupoints (ST 36) in rats. Life Sci. 2006;79(10):967-971.
- Chang SL, Lin JG, Chi TC, et al. An insulin-dependent hypoglycemia induced by electroacupuncture at the Zhongwan (CV12) acupoint in diabetic rats. Diabetologia. 1999;42(2):250-255.
- Cheng G, Wang LL, Qu WS, et al. C16, a novel advanced glycation endproduct breaker, restores cardiovascular dysfunction in experimental diabetic rats. Acta Pharmacol Sin. 2005;26(12):1460-1466.
- Chou JW, Chang YH, Chang CS, et al. The effect of different frequency electrical acupuncture stimulation on gastric myoelectrical activity in healthy subjects. Hepatogastroenterology. 2003;50(50):582-586.
- Dunn JS, Duffy E, Gilmour MK, et al. Further observations on the effects of alloxan on the pancreatic islets. J Physiol. 1994;103(2):233-243.
- Harrison TR. Harrison's Principles of Internal Medicine, Diabetes Mellitus. 11th ed. New York, McGraw-Hill Book Company, 1987:1778-1797.
- Lin JG, Lo MW, Wen YR, et al. The effect of high and low frequency electroacupuncture in pain after lower abdominal surgery. Pain. 2002;99(3):509-514.
- Mo X, Chen D, Ji C, et al. Effect of electroacupuncture and transcutaneous electric nerve stimulation on experimental diabetes and its neuropathy. Zhen Ci Yan Jiu. 1996;21(3):55-59.
- Shapira MY, Appelbaum EY, Hirshberg B, et al. A sustained, non-insulin related, hypoglycaemic effect of electroacupuncture in diabetic Psammomys obesus. Diabetologia. 2000;43(6):809-813.
- Stux G, Pomeranz B. Basics of Acupuncture, Springer, Berlin, 1998:86-87.
- Tseng CS, Shen WC, Cheng FC, et al. Dynamic change in energy metabolism by electroacupuncture stimulation in rats. Am J Chin Med. 2005;33(5):767-778.
- Wang L. Clinical observation on acupuncture treatment in 35 cases of diabetic gastroparesis. J Tradit Chin Med. 2004;24(3):163-165.
- White JH, Cinotti AA. Streptozotocin-produced cataracts in rats. Invest Ophthalmol. 1972;11(1):56-57.
- Zhang WT, Jin Z, Cui GH, et al. Relations between brain network activation and analgesic effect in-

duced by low vs. high frequency electrical acupoint stimulation in different subjects: A functional magnetic resonance imaging study. Brain Res. 2003;982(2):168-178.

Zeng HW, Nie B, Ge Y, et al. Effects of different acupuncture intensities on the therapeutic effect and the gastric electric activity in the patient of diabetic gastroparesis. Zhongguo Zhen Jiu. 2006;26(9):644-646.

Zeng Z, Li Y. Effects of electroacupuncture at weiwaxiashu and zusanli points on blood glucose and plasma pancreatic glucagon contents in diabetic rabbits. J Tradit Chin Med. 2002;22(2):134-136.

Zhuang LX, Chen CY, Guo YF. Comparative study on treatment of diabetic gastroparesis by acupuncture and Western medicine. Zhongguo Zhen Jiu. 2005;25(4):249-251.

---

논문접수일            2007년 1월 4일

논문게재승인일        2007년 3월 31일