

장침 전기자극 기술이 복부지방과 비만지표에 미치는 효과

송성민 · 송윤경 · 임형호

경원대학교 한의과대학 한방재활의학과교실

The Effect of Electroacupuncture on Abdominal Fat Deposit and Parameters for Obesity

Sung-Min Song, O.M.D., Yun-Kyung Song, O.M.D., Hyung-Ho Lim, O.M.D.

Dept. of Oriental Rehabilitation Medicine, College of Oriental Medicine, Kyung-Won University

Objectives :

This study was performed to evaluate the effect of the electroacupuncture therapy on abdominal fat deposit without diet, exercise and herbal medication. It was also designed to check the changes of free fatty acid in blood and catecholamine in urine to observe the mechanism of the electroacupuncture efficacy.

Methods :

10 volunteers over 85 cm(male, 90 cm) in waist circumferences were recruited, and 10 electroacupuncture treatments were applied on their abdominal subcutaneous fat area for 4-5 weeks. We measured anthropometric factors, abdominal fat area with CT scanning, and the changes of free fatty acid in blood and catecholamine in urine before treatment and after the last treatment.

Results :

In this study, significant changes were shown in weight, waist circumference, waist/hip ratio, body mass index and body fat percent after the electroacupuncture therapy. There were also significant decreases of visceral fat area, visceral/subcutaneous fat area ratio in CT scanning. The blood level of free fatty acid and the urine level of catecholamine were increased after treatments, but the changes were not statistically significant.

Conclusions :

This study showed the efficacy of the electroacupuncture therapy on the abdominal fat deposit. But significant changes couldn't be found out in free fatty acid and catecholamine. Further studies that compensate for the limitations of this study are required to confirm the mechanism of the electroacupuncture efficacy.

Key words : Electroacupuncture, Abdominal fat deposit, Free fatty acid, Catecholamine

- 접수 : 2010년 3월 22일, 수정 : 2010년 4월 5일, 채택 : 2010년 4월 10일
- 교신저자 : 송윤경, 인천시 중구 용동 117번지 경원대학교 부속 길한방병원 한방재활의학과
Tel : (032) 770-1231, Fax : (032) 772-9011, E-mail : oxyzen@korea.com

I. 서론

비만은 고혈압, 고인슐린혈증, 고지혈증 등과 같은 대사성 질환의 위험요인들과 복합적으로 관련되어 있으며, 뇌졸중, 통풍, 당뇨병, 수면중 무호흡증, 퇴행성관절염 등의 위험인자일 뿐 아니라¹⁻³⁾ 하나의 독립된 질병으로서 관심이 증가하고 있다. 2005년 국민영양조사 결과에 따르면 우리나라 20세 이상 성인 중 남자 35.2%, 여자 28.3%가 과체중 또는 비만인 것으로 나타났다⁴⁾.

비만과 관련된 건강위험도는 절대 체지방량보다 복부 내 지방 분포에 따라 증가하는데^{5,6)}, 복부 내장지방이 많을수록 인슐린저항성 및 동맥경화의 위험이 높아지며 심혈관 질환의 이환율에 직접 영향을 미친다⁷⁻⁹⁾. 따라서 최근에는 단순히 복부비만의 정도에 대한 측정 보다 복부지방 중 내장지방과 피하지방의 분포가 더욱 중요한 것으로 보고 이에 대한 연구가 이루어지고 있는데¹⁰⁾, 서구와 달리 체질량지수가 정상체중 내지 과체중 이더라도 복부비만의 유병률이 높은 우리나라에서 그 임상적 의의는 더 높다고 할 수 있다¹¹⁾.

비만을 치료하기 위한 한의학적 치료방법은 한약치료와 침구치료가 대표적이며, 침구치료에는 경혈에 대한 치료 뿐 아니라 이침, 침 전기자극술, 약침 등의 치료방법이 포함된다. 특히 복부 비만과 같은 국소부위 지방 침착을 치료하기 위하여, 침형의 전극을 피하지방층에 직접 삽입한 후 저주파를 통전시켜 국소의 지방분해를 촉진시키는 침 전기자극술이 임상에서 가장 많이 시행되고 있다. 이에 대한 국내연구로 침 전기자극술 시행 후 허리둘레 및 허벅지둘레의 변화를 살펴본 연구가 있으며^{11,12)}, 침 전기자극술과 카복시테라피의 병행치료와 침 전기자극술만 시행한 경우에 대한 비교연구¹³⁾, 침 전기자극술을 포함한 한

방복합치료가 내장지방에 미치는 영향¹⁴⁾, 침 전기자극 술의 안정성 및 안전성에 대한 연구¹⁵⁾ 등이 있다. 국외에서의 침 전기자극술에 대한 연구로는 합곡과 곡지, 족삼리, 내정에 전기자극을 시행하고 이침, 식이제한의 병행치료를 한 후 혈청 내 IgG, IgA, IgM, IgE를 살펴본 연구¹⁶⁾, 합곡과 곡지, 족삼리, 내정 및耳부위 혈위 중 기점과 신문점에 대한 전기자극이 비만환자의 정신과적 증상에 미치는 영향을 살펴본 연구¹⁷⁾, 비만을 동반한 다낭성 난소증후군 환자에게 침 전기자극을 시행한 후 BMI가 유의하게 감소되었다는 연구¹⁸⁾ 등이 있다.

그러나 지방분해를 목적으로 침 전기자극술을 시행한 이후 혈중 및 뇨중에서 지방분해와 관련된 성분의 변화가 어떻게 나타나는지, 복부지방 중 피하지방과 내장지방 중 어느 부분에 영향을 미치는가에 대한 구체적인 연구는 아직 미흡하다.

따라서 본 연구에서는 장침 전기자극술 시행 후 혈중 유리지방산 농도의 변화 및 뇨중 카테콜아민의 변화를 살펴보고, 총 10회의 시행 후 복부지방 중 피하지방과 내장지방의 변화 및 비만 관련 지표의 변화를 알아보았으며, 유의한 결과를 얻었기에 보고하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

2009년 10월 1일부터 10월 31일까지 인천 시내 K 한방병원에서 원내광고를 통해 만 18세 이상 65세 이하, 남자 허리둘레 90 cm 이상, 여자 허리둘레 85 cm 이상의 복부비만에 해당되는 성인을 모집하여 그 중 제외기준에 해당하지 않는 10

명을 대상으로 하였다.

제외기준은 갑상선 기능 저하증, 쿠싱증후군 등의 내분비 질환, 심질환, 폐질환, 당뇨병, 악성 종양, 담석증, 심한 신기능 장애, 심한 간기능 장애, 인슐린 비의존성 당뇨병, 신경성 식욕부진 혹은 식욕항진 등의 환자와 기왕력자, 최근 3개월 이내 체중에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용한 자, 최근 3개월 이내 고혈압 치료제로서 β -blocker 또는 이뇨제 복용한 자, 체중감량을 위해 외과적 수술을 받은 자, 임산부, 수유부, 임신계획이 있는 자, 최근 1개월 이내에 다른 시험약을 복용한 경험이 있는 자, 6개월 이내에 이전 체중의 10% 이상 감소한 자, 최근 3개월 이내 금연을 시작하였거나, 흡연과 금연에 대해 불규칙한 습관을 가지고 있는 자 등이었다. 모집된 10명은 본 임상 시험의 개요에 대한 설명을 듣고 자발적으로 참여 동의서를 작성한 후 연구에 참여하였고, 한 명의 탈락자도 없이 끝까지 임상시험을 완료하였다. 총 연구 진행과정은 Fig. 1과 같다. 본 연구계획은 경원대학교 부속 한방병원의 임상시험심사위원회(Institutional Review Board, IRB)를 통과하였다.

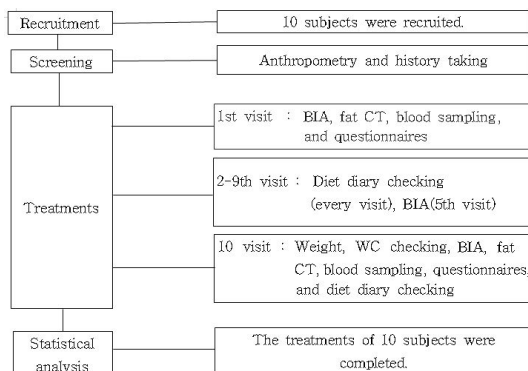


Fig. 1. The protocol and disposition of subjects.

2. 연구방법

1) 연구설계

연구시작 전 10명의 참가자를 대상으로 1200~1500 kcal/day의 저열량 식이요법과 운동요법에 대한 교육을 실시하고 식사일기를 배부하였으나, 엄격하게 식이요법과 운동요법을 지키도록 하지는 않았으며, 평소 식사량과 운동량을 유지하도록 하였다. 대상자는 4~5주 동안 주 2~3회씩, 총 10회의 시술을 받았으며 시술 전, 5회 시술 후, 마지막 10회 시술 후에 신체계측 및 체성분 분석을 실시하였으며, 복부지방 CT촬영, 혈액 검사, 노중 24시간 카테콜아민 농도측정은 시술 전과 마지막 10회 시술 후에 시행하였다.

2) 시술방법

(1) 자침방법

0.3 mm x 80 mm의 stainless steel 침(은나노침, 아이나노스, 한국)을 사용하였다. 침으로 복부 표피에서 피하지방층으로 좌우 4쌍씩 총 8쌍, 16개의 침을 횡자하였다. 매회 수평, 수직, 왼쪽으로 사자, 오른쪽으로 사자를 번갈아 횡자하여 시술받는 동안 침이 피하지방면적과 최대한 접촉하도록 하였다.

(2) 전기자극

자입한 침의 침병에 저주파 전침기(LIPODR, 다우메디텍, 한국)의 전극을 연결하여 1차 지방분해단계 25 Hz로 40분간, 2차 탄력유지단계 50 Hz로 10분간, 3차 지방배출단계 166 Hz로 10분간 기기의 메뉴얼에 따라 전기자극을 시행하였다.

3) 관찰 항목

(1) 활력징후검사

시술 전과 5회, 10회 시술 후에 5분간 앉은 자세로 안정을 취한 후 수은 혈압계를 이용하여 2분 간격으로 수축기 혈압과 이완기 혈압을 2회 측정했으며 같은 간격으로 맥박수도 측정했다.

(2) 신체계측

신장은 직립자세로 신발을 벗은 상태에서 신장계측계(네오지애크, 한국)로 0.1 cm 단위까지 측정하였다. 체중은 생체전기저항 분석법(bioelectrical impedance analysis, BIA)을 이용한 체성분 분석기(ioi 353, 자원메디컬, 한국)를 이용하여 대상자마다 일정한 시간에 방문하도록 하여 안경, 목걸이, 시계 등의 금속 부착물을 제거하도록 한 뒤 양말을 벗고 가벼운 옷차림으로 0.1 kg 단위까지 측정하였다. 허리둘레는 최하위 늑골하부와 골반 장골능과의 중간부위에서 둘레를 측정하는 WHO 방법과 배꼽 부위에서 측정하는 두 가지 방법이 장골능 상부에서 측정하는 NIH 방법에 비해 측정자내, 측정자간 및 총 변이가 더 적었다는 연구결과¹⁹⁾를 바탕으로 배꼽부위 측정법을 선택하였다. 동일한 측정자가 줄자를 이용하여 배꼽 부위에서 직접 허리둘레를 측정하였다.

(3) 체성분 검사

체중을 측정한 체성분 분석기와 동일한 진단기와 동일한 방법으로 체지방량, 체지방률, 체지방량, 기초대사량 및 내장지방면적 등을 측정하였다.

(4) 복부 CT

복부지방은 CT(WCT-225-130/PRONTO, HITACHI, 일본)를 이용하여 측정하였다. 복부지방은 L4-L5 부위에서 단층촬영 후 CT에 내장된 프로그램으로 총 복부지방 면적(total fat area, TFA), 피하지방 면적(subcutaneous fat area, SFA), 내장지방

면적(visceral fat area, VFA)을 구분하여 mm² 단위로 계산하여 산출하였으며, 이에 의한 내장지방/피하지방 면적비(VFA/SFA ratio, VSR)를 구하였다.

전체 복부 지방면적과 함께 복부와 배부의 복막을 경계로 안쪽을 내장지방, 바깥쪽을 피하지방으로 측정하였다.

(5) 혈중 유리지방산과 노중 카테콜아민의 농도 측정

피험자들은 12시간 동안 공복상태로 시술 직전과 10회 시술 1시간 후, 총 2차례 혈액검사를 실시하여 유리지방산의 농도를 측정하였으며, 에피네프린과 노르에피네프린의 농도는 시술 전, 10회 시술 후 총 2차례, 24시간 동안 소변을 채취하여 측정하였다.

(6) 혈중 지질 및 Glucose, CRP, Leptin, Adiponectin 측정

혈중 지질 농도는 총콜레스테롤(total cholesterol, TC), 중성지방(triglyceride, TG), 고밀도지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C), 저밀도지단백 콜레스테롤(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)을 측정하였다. 그 외 glucose, C-reactive protein(CRP), leptin, adiponectin의 혈중농도를 측정하였다. 검사는 12시간 공복 상태에서 시술 전과, 10회 시술 후에 혈액을 채취하여 분석하였다.

4) 통계분석

SPSS 17.0 for window를 이용하여 자료를 분석하였고, 결과를 중앙값과 사분위수 최소값, 최대값으로 나타내었다. 치료효과는 비모수검정법인 Wilcoxon signed rank test로 살펴보았으며,

p-value가 0.05 이하를 유의성이 있는 것으로 인정하였다. 복부 CT를 통해 측정된 내장지방 면적, 피하지방 면적, 내장지방/피하지방 면적비의 변화가 총 복부지방 면적의 변화와 연관성이 있는지 알아보기 위하여 다중회귀분석을 시행하였다.

또한 복부 CT로 측정된 총지방 면적, 내장지방 면적, 피하지방 면적 및 허리둘레, 체질량지수 간의 상관성은 Spearman 상관계수를 이용한 상관분석을 시행하였다. 복부 CT와 체성분 분석기를 통해 측정된 내장지방면적의 연관성은 선형회귀분석을 통하여 알아보았다.

III. 연구결과

1. 연구대상자 분석

총 참가자 10명 중 여성은 9명, 남성은 1명이었으며 평균 연령은 38.7세이었다. 평균 체중 68.57 kg, 평균 허리둘레는 90 cm, 평균 체질량지수(BMI)는 25.74 kg/m², 평균 허리/엉덩이 둘레

비(WHR)는 0.91, 평균 체지방량(BFM)은 20.83 kg, 평균 체지방률은 30.55%이었다(Table I).

2. 시술 전후 비만지표의 변화

시술 전과 마지막 10회 시술 후에 신체계측, 체성분 분석을 통하여 측정된 비만지표의 변화는 다음과 같다. 모든 결과는 중앙값과 사분위수 최소, 최대값으로 표기하였다.

대상자의 체중은 시술 전 61.75(58.73, 73.95)에 비해 시술 후 60.40(58.63, 71.80) kg으로 감소하였고 BMI는 시술 전 24.89(23.41, 27.66)이었으며 시술 후 24.77(23.12, 26.68) kg/m²로 감소하였다. 허리둘레(WC)는 시술 전 89.50(85.00, 93.75)이었고 시술 후 85.75(78.50, 91.75) cm로 감소하였으며, 허리/엉덩이 둘레비(WHR)는 시술 전 0.90(0.90, 0.92)이었고 시술 후 0.87(0.82, 0.89)로 감소하였다. 체지방량은 시술 전 20.60(17.88, 24.13)이었으며 시술 후 20.00(16.99, 22.20) kg으로 감소하였다. 체중, BMI, WC, WHR, 체지방량 모두 유의하게 감소하였다(Table II).

Table I. Characteristics of the Subjects(n=10)

	Age	Sex	Weight(kg)	BMI(kg/m ²)	WC(cm)	WHR	BFM(kg)	FFM(kg)	PBF(%)
1	53	female	70.2	25.79	91.0	0.90	23.1	47.1	32.9
2	52	female	58.8	24.79	87.0	0.89	20.3	38.5	34.5
3	52	female	61.9	26.44	88.0	0.90	21.6	40.3	34.9
4	50	female	55.3	23.38	85.0	0.90	16.6	38.7	30.0
5	34	female	65.6	25	91.0	0.90	20.9	44.7	31.9
6	27	female	60.7	23.42	85.0	0.91	18.3	42.4	30.1
7	28	female	58.5	20.24	85.0	0.90	12.8	45.7	21.9
8	20	female	61.6	23.76	91.0	0.93	18.4	39.7	29.9
9	36	male	107.90	33.30	102.0	0.90	27.20	80.70	25.2
10	35	female	85.20	31.29	104.0	0.95	29.10	56.10	34.2
mean	38.7		68.57	25.74	90.0	0.91	20.83	47.39	30.55

BMI : Body mass index, WC : Waist circumference, WHR : Waist/hip ratio, BFM : Body fat mass, FFM : Free fat mass, PBF: Percentage body fat

Table II. Changes of Parameters Related to Obesity by Anthropometry and BIA Analysis

Variables	Before treatment	After 10th treatment	p-value
Weight(kg)	61.75(58.73, 73.95)	60.40(58.63, 71.80)*	0.013
WC(cm)	89.50(85.00, 93.75)	85.75(78.50, 91.75)*	0.005
WHR	0.90(0.90, 0.92)	0.87(0.82, 0.89)*	0.005
BMI(kg/m ²)	24.89(23.41, 27.66)	24.77(23.12, 26.68)*	0.017
BFM(kg)	20.60(17.88, 24.13)	20.00(16.99, 22.20)*	0.015
PBF(%)	31.00(28.73, 34.28)	30.30(25.00, 33.75)	0.093
BM(kcal)	1227.50(1077.50, 1291.75)	1220.50(1072.25, 1285.25)	0.331
FFM(kg)	43.55(39.45, 49.35)	43.900(39.50, 49.10)	0.383

Values are median (quartile min, max). WC : Waist circumference, WHR : Waist/hip ratio, BMI : Body mass index, BFM : Body fat mass, PBF : Percentage body fat, FFM : Free fat mass

*represents p<0.05 compared to before treatment, *represents p<0.01 compared to before treatment.

3. 시술 전후 피하지방 및 내장지방, 내장지방/피하지방 면적비의 변화

10회 시술 후 측정된 내장지방 면적을 종속변수로 하고, 시술 전 측정된 내장지방 면적과 총지방 면적 변화량을 독립변수로 설정한 다중회귀분석에서는 총지방 면적 변화량과 관계없이 시술 후 내장지방 면적이 유의하게 감소하였다(Table III).

10회 시술 후 측정된 피하지방 면적을 종속변수로 하고, 시술 전 측정된 피하지방 면적과 총지방 면적 변화량을 독립변수로 설정한 다중회귀분석에서는 총지방 면적의 변화량과 시술 후 피하지방 면적의 감소에 유의한 관련성이 있는 것으로 나타났다(Table IV).

또한 10회 시술 후 측정된 내장지방/피하지방 면적비를 종속변수로 하고, 시술 전 측정된 내장지방/피하지방 면적비와 총지방 면적 변화량을 독립변수로 설정한 다중회귀분석에서는 총지방 면적 변화량과 관계없이 시술 후 내장지방/피하지방 면적비가 유의하게 감소하였다(Table V).

Table III. Multiple Regression of Post-treatment VFA

	R ²	Significance
VFA0	0.9780	0.0001
TFA change		0.2118

Dependent variable : VFA10(post-treatment visceral fat area)
Independent variables : VFA0(pre-treatment visceral fat area), TFA change

$$VFA10 = 0.87644 \cdot VFA0 + 0.18186 \cdot TFA \text{ change} + 258.43359$$

Table IV. Multiple Regression of Post-treatment SFA

	R ²	Significance
SFA0	0.9849	0.0001
TFA change		0.0013

Dependent variable : SFA10(post-treatment subcutaneous fat area)
Independent variables : SFA0(pre-treatment subcutaneous fat area), TFA change

$$SFA10 = 1.09615 \cdot SFA0 + 0.75412 \cdot TFA \text{ change} - 1300.26610$$

Table V. Multiple Regression of Post-treatment VSR

	R ²	Significance
VSR0	0.9218	0.0021
TFA change		0.8580

Dependent variable : VSR10(post-treatment visceral fat area/subcutaneous fat area ratio)

Independent variables : VSR0(pre-treatment visceral fat area/subcutaneous fat area), TFA change

$$VSR10 = 0.90454 \cdot VSR0 + 0.00000144 \cdot TFA \text{ change} - 0.00327$$

4. 내장지방 면적에 대한 BIA 방식의 측정과 복부 CT 촬영의 연관성 분석

BIA 방식을 통하여 측정된 내장지방면적과 복부 CT를 통하여 측정된 내장지방면적의 연관성을 알아보기 위하여 시술 전, 후 각각 선형회귀 분석을 시행하였다. x축은 BIA 방식을 통하여 측정된 내장지방면적이며, y축은 복부 CT를 통하여 측정된 내장지방면적이다.

시술 전 R^2 값은 0.51이며, 시술 후 R^2 값은 0.68이었으며, 모두 유의하였다($p=0.01$)(Fig. 2, 3).

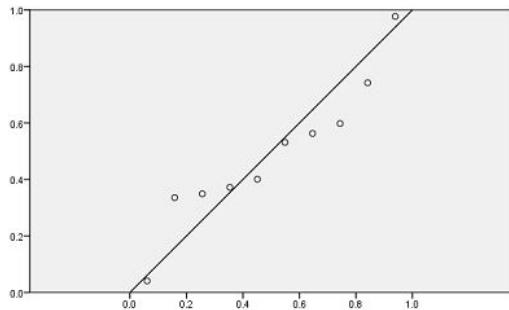


Fig. 2. Correlation between BIA and fat CT in visceral fat before treatment.

Before treatment, in linear correlation analysis between BIA and fat CT in visceral fat, there is a significant correlation. x =visceral fat by BIA analysis, y =visceral fat by abdominal CT. $y=116.55x-652.09$, $R^2=0.51$, $p=0.01$

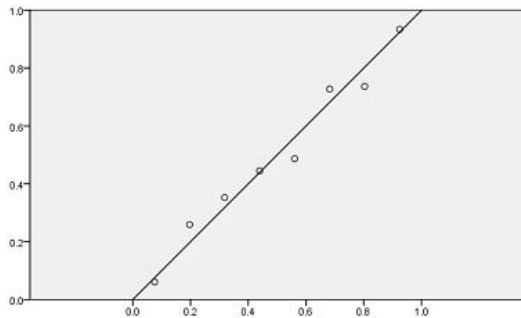


Fig. 3. Correlation between BIA and fat CT in visceral fat after treatment.

After treatment, in linear correlation analysis between BIA and fat CT in visceral fat, there is a significant correlation. x =visceral fat by BIA analysis, y =visceral fat by abdominal CT. $y=113.71x-807.47$, $R^2=0.68$, $p=0.01$

5. 시술 전후 혈중 유리지방산과 뇨중 카테콜아민 농도의 변화

혈중 유리지방산의 농도는 시술 전 548.00(382.50, 970.00)이었으며 시술 후 626.50(517.50, 894.00) meq/L로 상승하였다(Table VI).

뇨중 카테콜아민의 농도는 시술 전과 10회 시술 후 각각 24시간 동안 채취한 소변을 분석하여 측정하였다. 분석 결과, 에피네프린의 농도는 시술 전 3.38(0.83, 9.84)에 비해 시술 후 4.61(2.73, 11.66) pg/mL로 증가하였고, 노르에피네프린의 농도는 시술 전 18.85(4.64, 28.43)이었고 시술 후 34.26(18.00, 38.82) pg/mL로 증가하였다(Table VII).

Table VI. Change of Fasting Free Fatty Acid

Variable	Before treatment	After 10th treatment	p-value
FFA, meq/L	548.00(382.50, 970.00)	626.50(517.50, 894.00)	0.721

Values are median (quartile min, max). FFA : Free fatty acid
Differences were statistically significant as $p<0.05$.

Table VII. Changes of Epinephrine and Norepinephrine

Variables	Before treatment	After 10th treatment	p-value
Epinephrine, pg/mL	3.38(0.83, 9.84)	4.61(2.73, 11.66)	0.374
Norepinephrine, pg/mL	18.85(4.64, 28.43)	34.26(18.00, 38.82)	0.066

Values are median (quartile min, max). Differences were statistically significant as $p<0.05$.

6. 시술 전후 혈중 지질의 변화

혈중 지질 중 총콜레스테롤은 시술 전 168.00(140.00, 206.25)에 비해 시술 후 184.00(149.25, 216.00) mg/dL로 증가였고, 중성지방은 시술 전 94.00(75.25, 150.00)이었으며 시술 후 80.00(68.75, 117.50) mg/dL로 감소하였다. HDL은 시술 전 62.00(57.25, 73.25)

이었고 시술 후 63.50(60.75, 66.75) mg/dL로 약간 증가하였으며, LDL은 시술 전 79.60(56.60, 119.30)에 비해 시술 후 101.50(70.55, 119.00) mg/dL로 증가하였으나 모두 유의한 변화는 없었다(Table VIII).

Table VIII. Changes of TC, TG, HDL and LDL

Variables	Before treatment	After 10th treatment	p-value
TC, mg/dL	168.00(140.00, 206.25)	184.00(149.25, 216.00)	0.123
TG, mg/dL	94.00(75.25, 150.00)	80.00(68.75, 117.50)	0.260
HDL, mg/dL	62.00(57.25, 73.25)	63.50(60.75, 66.75)	0.906
LDL, mg/dL	79.60(56.60, 119.30)	101.50(70.55, 119.00)	0.066

Values are median (quartile min, max). TC : Total cholesterol, TG : Triglyceride, HDL : High density lipoprotein, LDL : Low density lipoprotein

Differences were statistically significant as $p < 0.05$.

7. 시술 전후 Glucose, CRP, Leptin, Adiponectin의 변화

Glucose, CRP, leptin, adiponectin은 시술 전과 10회 시술 후에 혈액검사를 통해 측정하였다. Glucose는 시술 전 97.50(91.75, 101.00)에 비해 시술 후 96.50(93.75, 102.25) mg/dL로 증가하였고, CRP는 시술 전 0.01(0.01, 0.02)이었고 시술 후 0.02(0.01, 0.08) mg/dL로 증가하였다. Adiponectin은 시술 전 2.84(1.97, 5.71)에 비해 시술 후 2.63(1.88, 3.95) μ g/mL로 감소하였으며, leptin은 시술 전 6.90(5.78, 8.70)이었고 시술 후 6.60(3.70, 7.75) ng/mL로 유의하게 감소하였다(Table IX).

8. 시술 전후 BUN, Creatine, GOT, GPT, Blood pressure의 변화

BUN은 시술 전 13.00(10.50, 16.00)이었고 시술 후 11.00(10.00, 13.50) mg/mL로 감소하였고, creatine은

시술 전 0.95(0.90, 1.00)가 시술 후 0.95 (0.88, 1.13) mg/dL로 증가경향을 보였다. GOT는 시술 전 21.50(18.75, 31.25)이었고 비해 시술 후 22.50(19.00, 31.75) IU/L로 경미하게 증가하였고, GPT는 시술 전 21.00(14.75, 29.75)이 시술 후 19.50(13.00, 28.00) IU/L로 감소하였다. 수축기 혈압은 시술 전 124.50(106.25, 134.00)이 시술 후 120.00(105.25, 130.75) mmHg로 감소하였으며, 확장기 혈압도 시술 전 73.00(69.50, 77.75)이 시술 후 71.50(63.00, 78.25) mmHg로 감소하였으나 모두 유의한 변화는 아니었다(Table X).

Table IX. Changes of Glucose, CRP, Leptin and Adiponectin

Variables	Before treatment	After 10th treatment	p-value
Glucose, mg/dL	97.50(91.75, 101.00)	96.50(93.75, 102.25)	0.406
CRP, mg/dL	0.01(0.01, 0.02)	0.02(0.01, 0.08)	0.197
Leptin, ng/mL	6.90(5.78, 8.70)	6.60(3.70, 7.75)*	0.011
Adiponectin, μ g/mL	2.84(1.97, 5.71)	2.63(1.88, 3.95)	0.262

Values are median (quartile min, max). *represents $p < 0.05$ compared to before treatment.

Table X. Changes of BUN, Creatine, GOT, GPT and Blood Pressure

Variables	Before treatment	After 10th treatment	p-value
BUN, mg/mL	13.00(10.50, 16.00)	11.00(10.00, 13.50)	0.188
Creatine, mg/dL	0.95(0.90, 1.00)	0.95(0.88, 1.13)	0.739
GOT, IU/L	21.50(18.75, 31.25)	22.50(19.00, 31.75)	0.778
GPT, IU/L	21.00(14.75, 29.75)	19.50(13.00, 28.00)	0.138
Systolic BP, mmHg	124.50(106.25, 134.00)	120.00(105.25, 130.75)	0.213
Diastolic BP, mmHg	73.00(69.50, 77.75)	71.50(63.00, 78.25)	0.192

Values are median (quartile min, max). Differences were statistically significant as $p < 0.05$.

9. 단순비만지표(WC, BMI)와 복부 CT로 측정된 VFA, SFA, VRS와의 상관성

단순비만지표인 WC, BMI와 복부 CT로 측정된 내장지방 면적(VFA), 피하지방 면적(SFA), 내장지방/피하지방 면적비(VSR)와의 상관성을 분석한 결과 VFA는 BMI와 상관성이 있었으며, SFA는 WC, BMI와 모두 상관성이 있었고, VSR은 WC, BMI와 모두 상관성이 없는 것으로 나타났다(Table XI).

Table XI. Spearman Correlation Coefficients between Obesity Index Variables in Subjects

Variables	VFA	SFA	VSR	WC	BMI
VFA	1.000	0.867 [†]	0.673 [*]	0.590	0.733 [†]
SFA		1.000	0.285	0.764 [*]	0.830 [†]
VSR			1.000	0.056	0.285
WC				1.000	0.851 [†]
BMI					1.000

VFA : Visceral fat area, SFA : Subcutaneous fat area, VSR : Visceral/subcutaneous ratio, WC : Waist circumference, BMI : Body mass index. Values are correlation coefficient.

*Correlation coefficients are significant as $p < 0.05$. [†]Correlation coefficients are significant as $p < 0.01$.

IV. 고 찰

비만치료의 목적을 비만 자체의 치료 뿐 아니라 비만과 관련된 고혈압, 제 2형 당뇨병, 고지혈증, 심혈관계 질환 등의 발생을 줄이는 것으로 볼 때, 최근 이들 질환의 명백한 위험인자로 알려진 복부비만에 대한 진단과 치료에 관심과 연구가 집중되고 있다. 우리나라의 복부비만 유병률은 성인 남녀에서 각각 19.2, 38.5%로서, 체질량지수에 의한 비만 유병률은 서구에 비해 낮지만 복부비만 유병률은 상대적으로 높은 편이다¹⁾.

최근 비만으로 야기되는 우리나라의 사회 경

제적 비용은 '05년 직접비용이 5395억-7993억 원이며, 간접비용을 포함한 총비용은 1조2천억-1조8천억 원으로 추산되며, 비급여 본인부담과 보건 의료체계 외부에서 지출된 비만관련 지출을 포함한다면 그 비용은 더욱 커질 것으로 추측되는 실정이다²⁰⁾.

비만에 대한 한방치료로는 약물요법, 침구요법, 기공요법이 있으며, 일반적인 치료법으로는 식이요법, 운동요법, 행동수정요법 등이 있다²¹⁾. 침치료로는 전통적인 경혈에 대한 침치료가 사암침의 활용 외에도 이침, 침 전기자극술, 약침 등이 이용되고 있는데, 2006년 이후 Scopus를 통해 검색된 비만에 대한 침치료 13건의 연구 가운데 전통적인 침을 사용한 연구가 4건, 침 전기자극을 이용한 연구가 4건, 이침을 병행한 연구가 2건, 침과 뜸을 병행한 연구가 1건이었던 것으로 보고되었다²²⁾.

국소부위의 지방을 감소시킬 목적으로는 임상에서 지방세포에 장침 기술 후 전기자극을 가하여 국소부위 지방을 감소시키는 침 전기자극술이 많이 이용되고 있다. 전기자극을 통한 비만치료에 대해서는 TENS를 이용하여 피하신경을 자극하여 체중감소 효과가 나타난 보고가 있다²³⁾.

지방층으로 통전되는 저주파는 열 발생을 시켜 중성지방이 글리세롤과 유리지방산으로 분해되어 미세순환을 통하여 제거되며, 지방분해와 밀접한 관련이 있는 교감신경을 흥분시켜 내분비적인 반응을 일으켜 지방세포 분해를 촉진할 뿐 아니라 전류자극이 세포막 수준의 전위차에 영향을 미쳐 대사증진과 지방분해 증진을 조장하는 것으로 알려진다²⁴⁻²⁶⁾.

이에 대한 국내연구로 최근 장침 전기자극 기술과 관련된 안전성과 침의 안정성에 대한 연구¹⁵⁾에서 기술 이후에도 침의 기계적 및 생물학적 특성에 큰 변화가 없으며, 세포독성에 미치는 영

향이 없다고 보고되었으며, 비만치료로서 한약물 치료와 식이요법, 운동요법을 침 전기자극술과 병행한 한방복합치료를 시행하여 유의한 비만지표의 감소가 나타났음을 보고한 연구도 있다^{14,27,28)}.

침 전기자극술 단독으로 시행된 연구는 그리 많지 않은데, 황 등¹²⁾은 한약치료, 식이조절이나 운동요법을 병행하지 않고 순수하게 침 전기자극술의 지방분해효과를 분석하기 위한 실험을 설계하여 10회 시술 후 시술 전에 비해 허벅지 둘레가 유의하게 감소되었고 치료 후 1개월까지 유지되었음을 보고하였다. 또한 시술하지 않은 허벅지에서 시술 전에는 시술 측과 유의한 차이가 있었으나, 총 10회 시술 후부터 오히려 유의한 차이가 없었다고 보고하였으며, 이러한 결과는 전기자극 시술이 교감신경 활성화와 지방 대사를 촉진하였기 때문으로 추측하였다.

김 등¹¹⁾은 89명을 대상으로 10회 시행한 침 전기자극술 이후 허리둘레가 남성 2.71 ± 0.86 cm, 여성 3.66 ± 2.34 cm 감소하였다고 보고하였으나 단독시술인지의 여부는 기재되지 않았다.

이와 같이 침 전기자극술과 관련된 연구가 이루어졌으나 시술 이후 지방분해와 관련된 혈중 및 뇨중의 성분 변화가 어떻게 나타나는지, 복부 지방 중 피하지방과 내장지방 어느 부위에 영향을 미치는지에 대한 구체적인 임상연구는 아직 없다. 본 연구에서는 복부지방에 대한 침 전기자극술이 내장지방과 피하지방에 어떤 영향을 미치는지 복부 CT 촬영을 통하여 살펴보고, 시술 후 혈중 유리지방산과 뇨중 카테콜아민에 어떤 변화가 나타나는지, 또한 비만관련 지표, 혈중 지질농도, glucose, CRP, leptin, adiponectin의 변화를 살펴보았다. 또한 시술 후 안전성과 관련하여 BUN, creatine, GOT/GPT, 혈압의 변화를 살펴보았다.

본 연구에서 침 전기자극술은 남자 허리둘레

90 cm 이상, 여자 허리둘레 85 cm 이상의 조건을 만족하는 복부비만에 해당되는 만 18세 이상 65세 이하의 성인 10명을 대상으로 복부지방에 총 10회 시술되었다. 시술 전과 5회, 10회 시술 후에 신체계측과 체성분 검사를 3차례 실시하였으며, 복부 CT촬영, 혈액검사, 소변검사 등은 시술 전과 10회 시술 후에 실시하여 시술 전후의 변화를 관찰하였다.

측정 결과 전체 대상자의 체중, BMI, WC, WHR, 체지방량 모두 유의하게 감소하였으며, 허리둘레는 평균 3.75 cm 감소하였다.

복부 CT를 통하여 측정된 총 복부지방 면적과 내장지방, 피하지방, 내장지방/피하지방 면적비의 변화를 알아보기 위하여 10회 시술 후 측정된 내장지방 면적을 종속변수로 하고, 시술 전 측정된 내장지방 면적과 총지방 면적 변화량을 독립변수로 설정한 다중회귀분석에서 총지방 면적 변화량과 관계없이 시술 후 내장지방 면적이 유의하게 감소하였다. 내장지방/피하지방 면적비 또한 총지방 면적 변화량과 관계없이 유의하게 감소하였으며, 피하지방 면적은 총지방 면적의 변화량과 유의한 관련성이 있는 것으로 나타났다.

생체전기저항법을 이용한 체성분 분석은 지방과 신체의 다른 기관들 간에 전기 저항이 다른 것을 이용하여 체지방량과 제지방량, 체수분량 등을 측정하는 방법으로²⁹⁾, 최근 개발된 체성분 분석기는 측정된 임피던스를 특정한 수식에 대입하여 추산한 허리둘레나 허리/엉덩이 둘레비, 내장지방 면적 등도 함께 제공하고 있어 대사질환과 직접적인 관련이 있는 복부비만을 평가하고 진단하는데 유용하게 활용되고 있다. 또한, 측정된 체지방률이나 제지방량에 대한 정확도나 허리둘레의 신뢰성 등에 대한 연구가 이루어져 임상에서 간편하게 측정하는데 도움을 주고 있다³⁰⁻³²⁾. 그러나 복부비만 평가에 있어 가장 중요한 내장

지방 면적과 관련하여 체성분 분석기의 신뢰성에 대한 연구가 없는 실정이다. 본 연구에서 복부내장지방 측정에 가장 정확성이 높은 복부지방 CT 촬영을 통해 측정된 내장지방 면적과 체성분 분석기에서 제시한 내장지방 면적과의 상관성을 살펴보고자 하였다.

시술 전과 마지막 시술 후 체성분 분석기와 복부 CT 촬영을 통하여 측정된 내장지방 면적을 비교하여 체성분 검사 결과와 복부지방 CT 촬영 결과 사이의 관계를 분석한 결과 시술 전, 시술 후 모두 유의한 연관성($p=0.01$)이 있었으며, 시술 전 R^2 값은 0.51, 시술 후 R^2 값은 0.68이었다.

체지방은 중성지방 형태로 각 조직에 저장되며, 지방 분해시 중성지방은 유리지방산과 글리세롤로 가수분해 되어 혈액으로 방출된다. 혈액으로 방출된 글리세롤은 간으로 운반되어 지질 혹은 글루코스 합성에 사용되고 유리지방산은 알부민과 결합하여 전 조직으로 운반되어 미토콘드리아 내에서 β -산화를 통해 아세틸CoA를 형성한다³³⁾.

이러한 지방분해과정은 여러 종류의 호르몬(에피네프린, 노르에피네프린, 글루카곤, 성장호르몬, 코르티솔 등)과 신경자극에 의해서 적절하게 조절된다. 에피네프린과 노르에피네프린 같은 카테콜아민은 지방조직으로부터 지방산 방출과 지방분해를 강력하게 조절하는 역할을 하는데, 에피네프린을 투여하면 유리지방산 방출이 3-4배까지 증가된다³⁴⁾. 일반적으로 노르에피네프린 분비의 증가는 세포내 전반적인 에너지 대사를 증가시키는 작용을 하며, 노르에피네프린의 혈장 수치는 전체적인 교감신경 활동 지표로서 이용될 수 있다.

저주파 전기자극을 통하여 교감신경계가 흥분하면 카테콜아민의 농도가 증가하게 되고 지방분해가 촉진되어, 혈중 유리지방산의 농도가 증가

하게 된다. 따라서 시술 전후의 유리지방산과 카테콜아민의 농도 변화를 통하여 지방분해기전을 확인하기 위하여 본 연구에서 시술 전후 변화를 관찰하였다.

혈중 유리지방산 분석 결과 시술 전에 비해 증가하였으나 통계적으로 유의성은 없었다. 혈중 유리지방산 분석은 침 전기자극술의 지방분해기전을 확인해보기 위해 설계된 관찰항목으로, 실험설계 당시 마지막 시술 후 유리지방산의 농도가 시술 전보다 유의하게 높을 것으로 예상하였으나 개인별 편차가 커서 지방분해침의 지방분해기전을 확인하기가 어려웠다. 이는 유리지방산이 식이, 운동, 약물 등의 인자로 영향을 받아 쉽게 변동한다는 사실³⁵⁾과 3주간의 치료기간 동안 복부지방이 분해되면서 감소되는 유리지방산의 농도를 미처 고려하지 못하고 실험을 설계한 것이 원인으로 추측된다. 피하지방 감량에 있어 약침(경피침주요법)의 유효성을 확인하고자 했던 송등³⁶⁾의 논문에서는 혈중유리지방산의 농도를 1차 시술 직전, 시술 1시간 후, 24시간 후와 7일 후로 총 4차례 실시하여 분석한 결과 시술직전에 비해 시술 1시간 후 유의하게 농도가 상승하여 지방분해가 활성화됨을 보고하였다.

노중 카테콜아민의 농도는 시술 전과 10회 시술 후 피험자 10명이 24시간 동안 채취한 소변을 분석하여 측정하였다. 분석 결과, 에피네프린과 노르에피네프린의 농도는 시술 전에 비해 증가하였으나 통계적으로 유의성이 없었다. 차후 실험대상자의 수가 보다 확보된다면 침 전기자극 시술의 교감신경계의 활성화 기전을 확인할 수 있을 것으로 추측해 볼 수 있다.

복부비만은 전체비만보다 고혈압, 당뇨병, 고지혈증, 낮은 HDL, 높은 LDL과 관련이 있으며^{37,38)}, 복부비만의 증가는 혈중지질 조성의 변화를 가져와 관상동맥질환의 위험도를 유의하게 높인

다³⁹⁾.

분석 결과를 보면 총콜레스테롤은 시술 전에 비해 증가, 중성지방은 시술 전에 비해 감소, LDL은 시술 전에 비해 증가, HDL은 약간 증가한 것으로 나타났으나 유의한 변화는 아니었다. 단기간의 침 전기자극 시술만으로 혈중지질조성의 유의한 변화를 이끌어내기는 어려울 것으로 판단되며 일정기간 이상의 복합적인 치료가 필요할 것으로 보인다.

Adiponectin은 지방세포에서 분비되는 아디포사이토카인의 하나로 혈중에 고농도로 순환함으로써 대사성 질환이나 심혈관질환에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다⁴⁰⁾. Adiponectin과 인슐린 저항성, 염증상태 사이에는 강한 역 상관관계가 있고 비만인에서 지방과 혈장의 아디포카인이 감소하는 것으로 보고된다^{41,42)}. Leptin 또한 지방세포에서 만들어져서 혈액내로 유입되는 호르몬으로서, 맥락층을 통해 뇌로 이동되며 음식 섭취를 억제하고 에너지 소모를 자극한다. 이러한 leptin이 결핍되면 비만을 초래하는 것으로 알려져 있다⁴³⁾.

Adiponectin은 시술 전에 비해 시술 후 감소하였으나 통계적으로 의미 있는 변화는 아니었으며, leptin은 시술 전에 비해 시술 후 유의하게 감소하였다. Leptin의 감소는 체지방이 감소됨으로써 에너지 소모를 줄이고 음식섭취를 증가시켜 인체의 항상성을 유지하기 위한 기전이 작동한 결과일 것으로 추측된다.

CRP는 급성 손상, 감염, 과민반응, 염증성 질환 및 악성 종양 등에 반응하여 증가하는 급성 반응성 단백으로서, Interlukin-6(IL-6) 등의 염증성 사이토카인의 자극에 의해 간에서 주로 합성되며, 간 이외에도 죽상경화관, 혈관, 심장, 신장, 지방세포, 신경세포에서도 합성된다. 최근에는 CRP가 혈관 내에서 다양한 동맥경화의 과정에 직접 참

여하는 원인 물질이라는 증거들이 제시되고 있다⁴⁴⁾.

CRP는 시술 전에 비하여 시술 후에 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다. 피험자 중 2명의 CRP가 10회 시술 후 증가하였는데 두 경우 모두 감기증상을 보여 항생제를 복용한 환자들로, 상기도 감염으로 인해 CRP가 일시적으로 상승했을 것으로 추측된다.

시술 전후 BUN, creatine, GOT, GPT, 혈압에서 유의한 변화가 나타나지 않았으므로 침 전기자극 시술이 신장기능과 간기능에 영향을 미치지 않는 안전한 시술인 것을 확인할 수 있었다.

복부 CT로 측정된 VFA, SFA, VSR과 임상에서 다용되고 있는 단순 비만지표인 WC, BMI와의 상관성을 분석한 결과 VFA는 BMI와 상관성이 있었으며, SFA는 WC, BMI와 모두 상관성이 있었고, VSR은 WC, BMI와 모두 상관성이 없는 것으로 나타났다

이 결과는 허리둘레가 내장지방량의 변화를 반영하는 것으로 보기는 어려울 수 있으며, 허리둘레의 감소는 피하지방 면적의 감소와 상관성이 있을 수 있다는 것을 의미한다.

이상의 결과를 통하여 침 전기자극 시술은 한약물치료나 적극적인 식이요법, 운동요법 없이도 체중, 허리둘레, 허리/엉덩이 둘레비, 체지방지수, 체지방량을 모두 감소시키는 효과가 있으며, 복부지방 CT 촬영상 총 지방면적의 변화량과 관련 없이 내장지방 면적과 내장지방/피하지방 면적비를 감소시키는 것을 알 수 있다.

비만치료는 식이요법, 운동요법 등이 근간이 되어 다양한 치료방법이 결합된 복합치료로서, 각 치료방법의 목적과 임상적 의의에 따라 환자의 상태 및 비만도에 따른 적절한 치료프로그램을 적용하는 것이 바람직하며, 침 전기자극 시술의 효과에 대한 추후 다른 치료와의 병행치료로서 치료효과가 더욱 상승되는지에 대한 추가적인

연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구에서는 허리둘레가 90 cm 이상의 남성 1명과 85 cm 이상의 여성 9명의 복부비만자를 대상으로 총 10회의 침 전기자극술을 실시한 후 비만관련 지표, 복부지방 면적의 변화를 측정하고, 시술 후 혈중 지질농도, 혈중 유리지방산과 뇨중 카테콜아민 등의 농도변화를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 침 전기자극술 10회 시술 후 체중, 허리둘레, 허리/엉덩이 둘레비, 체질량지수, 체지방량이 유의하게 감소하였다.
2. 침 전기자극술 10회 시술 후 복부지방 CT 촬영 결과 총지방 면적의 변화량과 관계없이 내장지방 면적, 내장지방/피하지방 면적비가 모두 감소하였다.
3. 혈중유리지방산과 카테콜아민의 농도는 시술 전보다 모두 증가하였으나 유의한 변화는 아니었다.
4. 혈청지질 중 중성지방은 시술 전보다 감소하였고, HDL은 약간 증가, LDL과 총콜레스테롤 양은 증가하였으나 모두 유의한 변화는 아니었다.
5. Glucose, CRP는 시술 전보다 증가하였으며, adiponectin은 감소하였으나 유의한 변화는 아니었고, leptin은 시술 후 유의하게 감소하였다.

6. 침 전기자극술 시술 후 신장기능과 간기능과 관련된 수치의 변화는 나타나지 않았다.

이상을 통해 침 전기자극술이 비만관련 지표 및 내장지방 면적, 내장지방/피하지방 면적비의 감소에 효과가 있는 치료방법이라는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 2010년도 경원대학교 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 박혜순. 한국인에서의 대사증후군의 역학. 대한비만학회지. 2002;22:203-11.
2. 대한비만학회. 임상비만학. 제2판. 서울:고려의학. 2001:113-71.
3. 박혜순, 조흥준, 김영식, 김철준. 성인의 비만과 관련된 질환. 가정의학회지. 1992;13:344-53.
4. 보건복지부. 국민영양조사 보고서. 제3기 기본 보고서. 2005:40.
5. Bouchard C, Bray GA, Hubbard VS. Basic and clinical aspects of regional fat distribution. Am J Clin Nutr. 1990;52:946-50.
6. Kannel WB, Cupples LA, Ramaswami R, Stokes J 3rd, Kreger BE, Higgins M. Regional obesity and risk of cardiovascular disease. The Framingham Study. J Clin Epidemiol. 1991;44:183-90.
7. Despres JP, Lemieux I, Bergeron J, Pibarot P, Mathieu P, Larose E, Rodes-Cabau J, Bertrand

- OF, Poirier P. Abdominal obesity and the metabolic syndrome: contribution to global cardiometabolic risk. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2008;28:1039-49.
8. Despres JP. The insulin resistance-dyslipidemic syndrome of visceral obesity: effect on patient's risk. *Obes Res.* 1998;6:8S-17S.
9. Jeamine B, Albu, Albert J, Kovera and Julia A, Johnson. Fat distribution and health in obesity. *Ann. of the New York academy of sciences.* 2000;904:491-501.
10. 이운재, 황덕상, 이창훈, 이경섭. 피하지방 및 피하지방의 분획과 관련된 임상적 의의에 관한 고찰. *한방비만학회지.* 2007;7(2):15-25.
11. 김정환, 고연석, 이정환, 원재균, 신병철, 권영달, 송용선. 비만환자의 전기지방분해침 시술 후 허리둘레 감소에 대한 임상적 고찰. *한방재활의학과학회지.* 2005;15(3):1-11.
12. 황덕상, 안수정, 김성신, 신현택, 김용석, 이경섭. 저주파 전침자극이 허벅지 둘레에 미치는 영향에 대한 연구. *대한한방비만학회지.* 2005; 5(1):1-8.
13. 안순선, 허동석. 경피기주요법과 전기지방분해침이 복부지방에 미치는 임상적 관찰. *한방재활의학과학회지.* 2009;19(2):275-87.
14. 신승우, 김길수. 복부비만 치료 후 피하 및 내장지방의 변화. *대한한방비만학회지.* 2006;6(2):95-104.
15. 진성순, 송윤경, 임형호. 지방분해를 위한 침 전기자극 시술의 안정성 및 안전성 연구. *한방재활의학과학회지.* 2009;19(1):169-86.
16. Cabioglu MT, Ergene N, Surucu HS, Celik HH, Findik D. Serum IgG, IgA, IgM, and IgE levels after electroacupuncture and diet therapy in obese women. *American Journal of Chinese Medicine.* 2007;35(6):955-65.
17. Cabioglu MT, Tan Üner. Electroacupuncture treatment of obesity with psychological symptoms. *International Journal of Neuroscience.* 2007;117(5):579-90.
18. Zhan MJ, Wang HM. Observation on therapeutic effects of electroacupuncture for obesity polycystic ovary syndrome. *Journal of Acupuncture and Tuina Science.* 2008;6(2):90-3.
19. 이영미, 박혜순, 천병철, 김현수. 복부지방의 지표로서 부위별 허리둘레 측정값의 신뢰도. *대한비만학회지.* 2002;11(2):123-30.
20. 안병철. 과체중·비만의 사회경제적 비용 추계. 제 2차 국민영양정책토론회. 2005.
21. 한방재활의학과학회. *한방재활의학과학회지.* 서울:군자출판사. 2003:356-9.
22. 정재혁, 황덕상, 이창훈, 김용석, 이경섭. Scopus 검색을 통한 비만치료에 응용되는 침 연구에 대한 최근 동향 고찰 - 2006년 이후를 기준으로. *한방비만학회지.* 2008;8(1):23-32.
23. Tina D, Liu Y. Han J. Study on the effect of transcutaneous electric nerve stimulation on obesity. *Beijing Da Xue Xue Bao.* 2003; 35(3):277-9.
24. Juan Carlos Crespo de la Rosa. Cellulite. Madrid Spain. 1992:1-11.
25. 성호경. 생리학. 제2판. 서울:대학서림. 1983:30-6.
26. 김호준, 정석희, 이종수, 김성수, 신현대. 전기지방분해침의 이론적 근거에 관한 고찰. *한방재활의학과학회지.* 1999;9(2):55-64.
27. 이수경, 이시우. 한약과 전기침치료가 비만환자의 체성분 변화에 미치는 영향. *동의생리병리학회지.* 2006;20(3):697-700.
28. 최빈혜, 허진일, 김동우, 박경, 김대준, 변준석.

- 대구한의대 비만클리닉 내원 환자 62명에 대한 임상적 관찰. 대한한방내과학회지. 2006;27(2):345-55.
29. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. Am J Clin Nutr. 1985; 41:810-7.
30. 김현수, 박혜순. 생체전기저항 신체구성 분석기의 재현성 및 타당도. 대한비만학회지. 2002; 11(4):389-97.
31. 정영진, 박지영, 차기철, 박혜순. 체성분 분석기 InBody 3.0으로 측정된 허리둘레 및 허리-엉덩이 둘레비의 정확도. 대한비만학회지. 2002; 11(2):115-22.
32. 서상도, 이상엽, 민흥기, 김영주, 홍정익, 김운진. 성별과 체질량지수에 따라 달리 적용되어야 하는 체성분 분석기의 복부둘레. 가정의학회지. 2006;27:612-9.
33. Stuart Ira Fox. 생리학. 제7판. 서울:라이프사이언스. 2004:76-7.
34. 대한비만학회. 임상비만학. 제3판. 서울:고려의학. 2008:61-4.
35. 이귀녕, 권오현. 임상병리파일. 제3판. 서울:의학문화사. 2000:164-8.
36. 송미영, 박지훈, 이정호, 김호준, 이명중. 피하지방 감량에 있어 경피침주요법의 유효성 및 안전성 평가. 대한한방비만학회지. 2007;7(1):71-85.
37. Thomas GN, Ho SY, Lam KS, Janus ED, Hedley AJ, Lam TH. Hong Kong Cardiovascular Risk Factor Prevalence Study Steering Committee: impact of obesity and body fat distribution on cardiovascular risk factors in Hong Kong Chinese. Obes Res. 2004;12(11):1805-13.
38. Gus M, Fuchs SC, Moreira LB, Moraes RS, Wiehe M, Silva AF, Albers F, Fuchs FD. Association between different measurements of obesity and the incidence of hypertension. Am J Hypertens. 2004;17(1):50-3.
39. Suh YK, Kim HS, Kim JS, Choi HM. Plasma LDL particle size affects the blood lipid profile and dietary intakes among Korean adults. Korean J Community Nutr. 2004; 9(1):58-65.
40. Maeda K, Okubo K, Shimomura I, Funahashi T, Matsuzawa Y, Matsubara K. cDNA cloning and expression of a novel adipose specific collagen-like factor, apM1(Adipose Most abundant Gene transcript 1). Biochem Biophys Res Commun. 1996;221:286-9.
41. Weyer C, Funahashi T, Tanaka S, Hotta K, Matsuzawa Y, Pratley RE, Tataranni PA. Hypoadiponectinemia in obesity and type 2 diabetes: close association with insulin resistance and hyperinsulinemia. J Clin Endocrinol Metab. 2001;86:1930-5.
42. Cnop M, Havel PJ, Uzsneider KM, Carr DB, Sinha MK, Boyko EJ, Retzlaff BM, Knopp RH, Brunzell JD, Kahn SE. Relationship of adiponectin to body fat distribution, insulin sensitivity and plasma lipoproteins: evidence for independent roles of age and sex. Diabetologia. 2003;46:459-69.
43. 대한비만학회. 실천비만학 성인&소아. 제2판. 서울:가본의학. 2008:214.
44. 조영규, 강재현. C-Reactive Protein과 심혈관 질환의 예방. 대한비만학회지. 2006;15(2):81-90.