

電針對食源性肥胖大鼠血中瘦體素與胰島素的影響

游智勝¹ 洪志哲^{1,2}

¹長庚大學傳統中醫研究所

桃園，台灣

²台南郭綜合醫院中醫部

台南，台灣

(94 年 7 月 6 日受理，94 年 9 月 12 日接受刊載)

過去文獻指出，針刺對減肥有一定的療效，但其詳細的作用機轉則不明確。本研究的目的
是以 100 Hz 電針來刺激大鼠兩側足三里穴及三陰交穴，觀察其對食源性肥胖大鼠的體重、攝
食量、血脂、瘦體素 (Leptin) 與胰島素 (Insulin) 的影響。使用方法是將餵食高脂飼料造模成
功的 DIO (diet-induced obesity) 雄性 Wistar 大白鼠，任意分為實驗組及對照組，實驗組是先予
以固定於自製圓形塑膠瓶內，然後再加以 100 Hz 電針，每天刺激雙側足三里穴及三陰交穴三
十分鐘，連續治療 14 天，對照組則如同實驗組予以固定於自製圓形塑膠瓶內但不電針。結果
顯示：在持續餵食高脂飼料下，連續治療 14 天後，對照組體重及 Lee's index 均有明顯的增加，
但是實驗組則沒有明顯的增加。進一步分析體內血脂變化則發現實驗組的血中三酸甘油脂 (TG)
會明顯的下降、血中高密度膽固醇 (HDL) 也明顯的上升，而對照組則否。此外，對照組血中
瘦體素與胰島素的濃度會明顯的上升，但實驗組則沒有。因此，100 Hz 電針刺激在食源性肥胖
大鼠的足三里穴及三陰交穴，對持續進食高脂飲食的食源性肥胖大鼠具有預防體重上升的效
果，並且，能降低其血中的三酸甘油脂，可提供臨床上治療食源性肥胖症的參考。

關鍵詞：電針，足三里，三陰交，瘦體素，胰島素。

前 言

根據世界衛生組織的估計，全球有超過十億人過重，有三億人落在肥胖的範疇。而肥胖會相對增加高
血壓、糖尿病、心臟病、血脂異常的危險，更是中風、睡眠呼吸停止症候群、不孕、膽囊疾病的相關危險
因子^{1,2}。因此，探討肥胖的致病機轉與治療已成為二十一世紀極為重大的公共衛生課題。近年來發現肥胖

聯絡人：洪志哲，台南郭綜合醫院中醫部，台南市育樂街 148 巷 29 號；Tel：06-2221111 ext. 1191；Fax：
06-2206600；E-mail：d1999503@ms35.hinet.net

與脂肪細胞所分泌的瘦體素 (leptin) 有密切的關係^{3,4}，因飲食過量所造成的肥胖者，其血中瘦體素濃度和體脂肪多寡成正比，愈胖的人血中瘦體素及胰島素濃度愈高，即食源性肥胖者具有高瘦體素血症與高胰島素血症的現象。已知肥胖是一種由環境與遺傳因子相互作用而造成的代謝性疾病^{2,5}。在動物模式中，最常用來研究食源性肥胖的模式是食源性肥胖大鼠動物模型⁶ (Diet-induced obesity rat, DIO)。這種動物模式與人類肥胖症有許多相似的特徵，目前已廣泛應用於肥胖機制的實驗研究上。

治療肥胖的方法包括運動、飲食控制、藥物治療等。運動、節食對肥胖者難以長期持續進行和自我控制，藥物治療常伴有許多副作用⁷。電針治療既簡易且安全較少有副作用^{8,9}，臨床上已廣泛應用在治療肥胖，根據過去文獻指出^{10,11,12} 針刺減肥有一定的療效，但其詳細的作用機轉仍不明確。

肥胖症早在《素問·通評虛實論》就有“肥貴人則膏粱之疾也”的記載。中醫學認為肥胖症病在脾胃¹³，如張志聰所言“中焦之氣，蒸其津液，化其精微，發泄於腠理，淖注於骨……溢於外則皮肉膏肥，鬱於內則膏肓豐滿”。故本實驗選用 100 Hz 電針刺激食源性肥胖大鼠足太陰脾經的三陰交和足陽明胃經的足三里配穴是依循北京韓濟生教授的研究方法和取穴^{14,15}，其目的在印證電針「足三里配三陰交」穴是否也有如南京劉志誠教授電針「足三里配內庭」穴⁵，除了具減重效果，尚具有降血脂和改變血清瘦素和胰島素的效果，並進一步探討其可能機轉來闡明電針減重療效的理論基礎。

材料與方法

一、食源性肥胖大鼠的動物造模 (DIO Animal Model)

購自國家實驗動物繁殖及研究中心 Wistar 雄性大白鼠，體重 250-300 公克，飼養於光照、黑暗各 12 小時，室溫維持在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ，濕度維持在 $60 \pm 5\%$ ，水分與飼料充分供給之獨立空調的動物房內。依文獻報導造模方式¹⁶ 餵食高脂飼料 12 週後，將體重增加最高的 40% 納入食源性肥胖大鼠 (DIO)¹⁷，實驗動物皆遵照國際動物倫理規範處置。

二、取穴與電針 (Acupoints and Electroacupuncture)

足三里穴及三陰交穴的取穴方法

依文獻記載^{14,15,18} 足三里則位於小腿脛前肌 (anterior tibia muscle) 外側近膝側的位置。三陰交穴位於小腿近內踝上處，跟腱與脛骨間。針具採用 0.5 寸 32 號針 (台灣育德公司生產)，垂直刺入肌肉層約 3-5 mm，並接上電針機 (Han's Healthronic Likon, Singapore)，正極接在足三里穴，負極接於三陰交穴，以反應最好的 100 Hz/5 mA 電針 30 分鐘。

三、實驗方法

1. 實驗步驟

1.1 動物分組 將餵食高脂飼料造模成功的食源性肥胖大鼠，任意分為對照組 (8 隻) 及實驗組 (8 隻)。

1.2 治療方法 在實驗進行前，依照文獻記載的方式^{14,15}將大鼠以膠布固定於圓形塑膠瓶內，露出雙足與尾，之後再用黑布覆蓋瓶外，讓大鼠能保持最安靜狀態，以每次 30 分鐘，連續十四天作為適應期，直至大鼠完全適應不掙扎為止。實驗進行時，將所有大鼠以上述方式固定，實驗組予以電針刺激，取雙側“後三里”（相當於足三里）和“三陰交”穴，用 32 號 0.5 寸毫針，分別刺入 5 mm 和 3 mm 深度，然後接通 Han's 電針機，採用頻率 100 Hz，強度 5 mA，連續波，每次治療 30 分鐘，每日 1 次，連續治療 14 天。實驗組大鼠給予針刺治療期間，對照組大鼠分別每天放入圓形塑膠瓶內固定 30 分鐘，持續 14 天唯不電針。各組大鼠實驗期間均餵食高脂飼料，自由攝食和飲水，每日更換飼料和水。實驗前後觀察大鼠攝食量、體重、體長及 Lee's 指數^{5,19,20}（ $Lee's\ index = \sqrt[3]{體重(g) * 10^3 / 體長(cm)}$ ，體長是從鼻尖至肛門的長度）。實驗前與治療第 14 天後，禁食 12 小時過夜，次日以 pentobarbital 30 mg/kg 麻醉實驗大鼠後，股靜脈抽血，靜置分離血清，保存 -20 °C 冰箱待測。

2. 高脂飼料

依文獻^{6,16,21}記載自配高脂飼料，其組成含 8% 玉米油，44% 濃縮煉乳，48% 基礎飼料（purina chow）含 5.8 kcal/g，21% 代謝能量來自蛋白質，31% 脂肪，48% 碳水化合物。配製高脂飼料的方法，首先將顆粒狀基礎飼料打碎，然後以粉碎機磨成細粉，再依比例加入玉米油、濃縮煉乳，最後攪拌混合均勻，放入 -70 °C 冰箱保存。

3. 圓形塑膠瓶

使用市售 7p 號寶特瓶（長 28.5 cm，直徑 7 cm）。於瓶底往上 8 cm 處，用小刀切開分成兩半，取瓶上半部，並去除瓶蓋。以備將來實驗時固定大鼠。

4. 黑色棉布袋

使用自製長 22 cm，寬 20 cm 的黑色棉布袋，實驗時套在圓形塑膠瓶外。

四、實驗室的測量（Laboratory determinations）

1. 血清瘦體素（Plasma leptin）的測定

採用 ELISA 的方法檢測，使用市售（Diagnostic Systems Laboratories, Inc, Texas USA）kit，於每一測量槽中加入 25 μ l 的血清及標準品之後加入 50 μ l 分析緩衝液（assay buffer），室溫中培養 2 小時，然後以緩衝液沖洗五次，再加入 100 μ l antibody-enzyme conjugate solution 於室溫中培養 2 小時，然後以緩衝液沖洗五次，再加入 TMB chromogen solution 100 μ l，室溫中培養 15 分鐘，加入 stop solution 100 μ l 終止反應，於波長 450 nm 的分光光度計中讀出吸光度，並由吸光度與標準品的濃度曲線中計算濃度。

2. 血清胰島素（Plasma Insulin）的測定

採用 ELISA 的方法檢測，使用市售（Mercodia AB, Sylveniusgatan 8A, SE-754 50 Uppsala, Sweden）kit，於每一測量槽中加入 25 μ l 的血清及標準品，50 μ l 結合溶液（Conjugate solution）於室溫中振盪培養 2 小時，之後每次以緩衝液沖洗 5 次，再加入 200 μ l Peroxidase substrate（TMB）室溫中培養 15 分鐘，加入 50 μ l 終止溶液 stop solution（1M H₂SO₄）終止反應振盪培養 5 秒，於波長 450 nm 的分光光度計中讀出吸光度，並

由吸光度與標準品的濃度曲線中計算濃度。

五、統計分析 (Statistic Analysis)

實驗結果以 (平均值 $\pm$ 標準誤差) 表示, 同一組電針前後的比較採用 self-paired t test, 不同組間的比較採用 independent t test, 當 $p < 0.05$ 為有統計上的顯著差異。

結 果

一、電針對食源性肥胖大鼠的體重及 Lee's index 變化

1. 電針治療 14 天後, 對照組體重及 Lee's index 治療前後均有明顯的增加 ($p < 0.05$, 表 1), 但實驗組則否。
2. 對照組平均體重增加約 19.33 g, 實驗組平均體重不但沒上升反而下降約 7.17 g, 兩者相比, 差異有顯著性 ($p < 0.05$, 表 1)。若以體重增加百分比計算, 對照組大鼠平均體重升高約 2.82%, 實驗組大鼠平均體重反而下降了約 1.07%, 兩者相比, 差異有顯著性 ($p < 0.05$, 表 1)。
3. 對照組大鼠 Lee's index 平均上升值約 3.0, 但相反地, 實驗組大鼠經電針治療後, Lee's index 平均卻是下降, 下降值約 2.17, 兩者變化值, 統計上達到顯著差異 ($p < 0.05$, 表 1)。若以增加百分比計算, 對照組大鼠平均 Lee's index 升高約 0.86%, 實驗組大鼠平均 Lee's index 不但沒上升反而下降約 0.63%, 兩者相比, 差異有顯著性 ($p < 0.05$)。

二、電針對食源性肥胖大鼠的食物和熱量攝入量的變化

1. 每天平均攝食量 對照組每天平均攝食量約 20.87 g, 實驗組平均攝食量約 19.68 g, 兩組比較, 統計上未達到顯著差異 ($p > 0.05$, 表 2)。
2. 每天平均攝入熱量 對照組每天平均攝入約 506.38 KJ, 實驗組平均攝入約 477.53 KJ, 兩組比較, 統計上未達到顯著差異 ($p > 0.05$, 表 2)。

三、電針對食源性肥胖大鼠的血脂的變化

1. 電針 14 天治療後, 治療前後相比, 實驗組三酸甘油脂 (TG) 有明顯下降 ($p < 0.05$, 表 3)、高密度膽固

表 1 電針前後各組大鼠體重及 Lee's index 變化

組別 (n = 8)	對照組		針灸組	
	治療前	治療後	治療前	治療後
體重 (g)	678.50 $\pm$ 22.93	697.83 $\pm$ 25.10 [#]	684.50 $\pm$ 13.67	677.33 $\pm$ 17.24
體重變化百分比 (%)		102.82 $\pm$ 0.32		98.93 $\pm$ 1.30*
體重增加克數 (g)		19.33 $\pm$ 2.70		-7.17 $\pm$ 8.65*
體重增加百分比 (%)		2.82 $\pm$ 0.32		-1.07 $\pm$ 1.30*
體長 (cm)	25.42 $\pm$ 0.33	25.43 $\pm$ 0.34	25.50 $\pm$ 0.13	25.57 $\pm$ 0.14
Lee's index	345.71 $\pm$ 4.78	348.71 $\pm$ 5.03 [#]	345.54 $\pm$ 1.75	343.38 $\pm$ 2.31

實驗數據以平均值 $\pm$ 標準誤差表示

: 治療前後比較具統計顯著意義 ($p < 0.05$) ; * : 與對照組比較具統計顯著意義 ($p < 0.05$)

表 2 實驗各組大鼠食物和熱量攝入量的變化比較

組別 (n = 8)	對照組	針灸組
每日平均攝食量 (g/day)	20.87 ± 1.04	19.68 ± 1.13
每日平均攝入熱量 (kJ/day)	506.38 ± 25.32	477.53 ± 27.47

實驗數據以平均值 ± 標準誤差表示

表 3 實驗各組大鼠血脂的變化比較

組別 (n = 8)	對照組		針灸組	
	治療前	治療後	治療前	治療後
T-CHOL (mg/dl)	64.83 ± 1.78	72.50 ± 5.89	65.17 ± 1.78	66.33 ± 0.71
TG (mg/dl)	84.67 ± 4.98	90.00 ± 6.71	86.83 ± 9.55	60.67 ± 5.6* [#]
HDL (mg/dl)	33.88 ± 1.16	33.25 ± 1.13	32.75 ± 1.36	37.75 ± 1.61* ^{##}
LDL (mg/dl)	11.17 ± 0.70	13.00 ± 0.89	11.33 ± 0.61	13.67 ± 0.49

實驗數據以平均值 ± 標準誤差表示

: ($p < 0.05$) , ## : ($p < 0.01$) 治療前後比較具統計顯著意義 ; * : 與對照組比具統計顯著意義 ($p < 0.05$)

醇 (HDL) 也有顯著的上升 ($p < 0.01$, 表 3), 而對照組則否。

- 實驗組三酸甘油酯 (TG) 平均下降約 26.17 mg/dl, 對照組三酸甘油酯平均反而是上升約 5.33 mg/dl, 兩者變化值統計上達到顯著差異 ($p < 0.05$)。若以增加百分比計算, 實驗組三酸甘油酯平均下降約 29.10%, 而對照組三酸甘油酯平均反而是上升約 6.97%, 兩者變化值, 統計上達到顯著差異 ($p < 0.01$)。
- 實驗組高密度膽固醇 (HDL) 平均上升約 4.44 mg/dl, 相反地, 對照組高密度膽固醇平均卻是下降約 0.56 mg/dl, 兩者變化值達到統計上顯著差異 ($p < 0.01$)。若以增加百分比計算, 實驗組高密度膽固醇 (HDL) 平均上升率約 15.3%, 對照組高密度膽固醇平均則反而是下降約 1.7%, 兩者變化值, 統計上達到顯著差異 ($p < 0.01$)。
- 總膽固醇 (T-CHOL) 與低密度膽固醇 (HDL) 實驗組與對照組經電針 14 天治療後, 前後變化則沒有統計上顯著差異。(表 3)
- 電針 14 天治療後, 實驗組三酸甘油酯 (TG)、高密度膽固醇 (HDL) 與對照組比, 統計上達到顯著差異 ($p < 0.05$, 表 3)

四、電針對食源性肥胖大鼠的血清瘦體素與胰島素的變化

- 電針 14 天治療後, 治療前後相比, 對照組血清瘦體素與胰島素的濃度有明顯的上升 ($p < 0.05$, 表 4), 但實驗組則否。
- 對照組大鼠平均血清瘦體素增加約 7.71 ng/mL, 實驗組大鼠平均血清瘦體素則只有增加約 0.49 ng/mL, 兩者相比, 差異有顯著性 ($p < 0.05$)。若以增加百分比計算, 對照組大鼠平均血清瘦體素增加 80.2%, 實驗組大鼠平均血清瘦體素則只增加 5.14%, 兩者相比, 差異有顯著性 ($p < 0.05$)。
- 對照組大鼠平均血清胰島素增加約 184.65 pmol/l, 實驗組大鼠平均血清胰島素則只增加約 45.23 pmol/l,

表 4 實驗各組大鼠 leptin 與 insulin 的變化比較

組別 (n = 8)	對照組		針灸組	
	治療前	治療後	治療前	治療後
leptin (ng/mL)	10.55 ± 2.25	18.26 ± 3.86 [#]	10.70 ± 0.60	11.20 ± 1.07
insulin (pmol/l)	351.18 ± 20.54	535.83 ± 27.44 [#]	359.83 ± 24.17	405.07 ± 39.9 [*]

實驗數據以平均值 ± 標準誤差表示

#：治療前後比較具統計顯著意義 ($p < 0.05$)；*：與對照組比具統計顯著意義 ($p < 0.05$)

兩者相比，差異有顯著性 ($p < 0.05$)。若以增加百分比計算，對照組大鼠平均血清胰島素增加 56.08%，但實驗組大鼠經電針治療後，平均血清胰島素則只增加 3.35%，兩者變化值統計上達到顯著性差異 ($p < 0.05$)。

4. 電針 14 天治療後，對照組大鼠平均血清胰島素與實驗組大鼠平均血清胰島素比，統計上達到顯著性差異 ($p < 0.05$ ，表 4)。

討 論

由本研究結果發現 100 Hz 電針刺激兩側足三里穴及三陰交穴對食源性肥胖大鼠具有減重的效果與降低血中三酸甘油脂 (TG)。尤其是減重這方面與文獻報導^{14,15}電針足三里配三陰交可減輕大鼠體重有一致性。

目前最常用來研究食源性肥胖的模式是食源性肥胖大鼠動物模型。本研究使用的實驗動物是依據 Levin^{6,16,21}報導造模成功的食源性肥胖大鼠 (Diet-induced obesity rat, DIO)。這種動物模式與人類肥胖症有許多相似的特徵，故目前廣泛被應用於肥胖機制的實驗研究上。

電針食源性肥胖大鼠減輕體重與降低血中三酸甘油脂 (TG) 的機轉目前仍不明確。可能是電針後引起食源性肥胖大鼠體內變化所造成，本研究主要是探討瘦體素與胰島素的變化。

過去研究顯示肥胖與瘦體素^{1,22,23}有密切關係，瘦體素由脂肪細胞分泌後，經血循環作用於腦和周邊，影響機體許多生理和代謝。其主要的生理功能^{1,22,23}是透過抑制食慾、減少能量攝取、增加能量消耗、抑制脂肪合成以維持機體的能量平衡。因飲食過量所造成的肥胖者，其血中瘦體素濃度和體脂肪多寡成正比，愈胖的人血中瘦體素及胰島素濃度愈高，因此食源性肥胖者常伴隨有高瘦體素血症與高胰島素血症的現象。

本研究結果顯示 100 Hz 電針刺激兩側足三里穴及三陰交穴可使食源性肥胖大鼠的體重減輕，並減緩血中瘦體素升高與文獻報導⁵相同，由此可知，當電針刺激治療導致體重減輕時，相對血中的瘦體素也是會呈現下降的趨勢。

本研究結果亦顯示，100 Hz 電針刺激兩側足三里穴及三陰交穴可使食源性肥胖大鼠的血中三酸甘油脂下降和減緩血中胰島素升高。過去研究顯示^{24,25,26}胰島素會促進脂肪細胞三酸甘油脂的合成與儲存。故當食源性肥胖產生高胰島素血症時，血中三酸甘油脂便會因胰島素增加刺激而上升²⁶，因此電針降低食源性肥胖大鼠血中三酸甘油脂的原因，可能是透過改善胰島素的敏感性或降低其抗性來達到。

100 Hz 電針刺激兩側足三里穴及三陰交穴除了可減重，另外也具有降低血中三酸甘油脂 (TG)、減緩血中胰島素和瘦體素升高的功效，過去文獻未見報導，但與文獻報導⁵針刺其它穴道結果類似。

Tian¹⁴ 研究證實足三里配三陰交可減輕大鼠體重,可能係透過促進 ARC α -MSH 的合成與釋放而發揮抑制攝食、減輕體重。但本研究結果卻顯示足三里配三陰交可減輕體重,但對攝食行為並無顯著影響。這暗示「足三里配三陰交」在治療期間可能是透過體內某種未知的變化而非透過興奮飽食中樞抑制攝食來達到減重的效果,這研究結果和其他的相關報導^{5,14,15} 不完全一致,因此有關電針減重和抑制攝食行為的關係還有待進一步探討。

綜合以上結果,發現 100 Hz 電針刺激兩側足三里穴及三陰交穴對食源性肥胖大鼠具有減重的效果與降低血中三酸甘油脂(TG)的功效。

誌 謝

本研究得以完成,特別感謝成大藥理所鄭瑞棠教授及實驗同仁的實驗指導與協助。

參考文獻

1. Friedman JM. Obesity in the new millennium. *Nature*. 404(6778): 632-4, 2000.
2. Kopelman PG. Obesity as a medical problem. *Nature*. 404(6778): 635-43, 2000.
3. Widdowson PS, Upton R, Buckingham R, Arch J, Williams G. Inhibition of food response to intracerebroventricular injection of leptin is attenuated in rats with diet-induced obesity. *Diabetes*. 46(11): 1782-5, 1997.
4. Van Heek M, Compton DS, France CF, Tedesco RP, Fawzi AB, Graziano MP, Sybertz EJ, Strader CD, Davis HR Jr. Diet-induced obese mice develop peripheral, but not central, resistance to leptin. *J Clin Invest*. 99(3): 385-90, 1997.
5. 劉志誠、孫鳳岷、孫志、張中成、朱苗花、魏群利、洪承鈺, 針刺對肥胖大鼠瘦素和胰島素含量的影響, 現代中西醫結合雜誌 12(5): 460-498, 2003。
6. Levin BE, Dunn-Meynell AA. Reduced central leptin sensitivity in rats with diet-induced obesity. *Am J Physiol. Regul Integr Comp Physiol*. 283(4): R941-8, 2002.
7. Noel PH, Pugh JA. Management of overweight and obese adults. *BMJ*. 325(7367): 757-61, 2002.
8. Chung A, Bui L, Mills E. Adverse effects of acupuncture. Which are clinically significant? *Can Fam Phys*. 49: 985-9, 2003.
9. Lao L, Hamilton GR, Fu J, Berman BM. Is acupuncture safe? A systematic review of case reports. *Altern Ther Health Med*. 9(1): 72-83, 2003.
10. Tang X. 75 cases of simple obesity treated with auricular and body acupuncture. *J. Tradit Chin. Med*. 17(1): 55-6, 1997.
11. Lacey JM, Tershakovec AM, Foster GD. Acupuncture for the treatment of obesity: a review of the evidence. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 27(4): 419-27, 2003.
12. Tian D, Li X, Shi Y, Liu Y, Han J. Study on the effect of transcutaneous electric nerve stimulation on obesity.

- Beijing Da Xue Xue Bao. 35(3): 277-9, 2003.
13. Li J. Clinical experience in acupuncture treatment of obesity. *J. Tradit Chin Med.* 19(1): 48-51, 1999.
 14. Tian D, Li X, Shi Y, Liu Y, Han J. Electroacupuncture up-regulated arcuate nucleus α -MSH expression in the rat of diet-induced obesity *Beijing Da Xue Xue Bao.* 35(5): 458-61, 2003.
 15. Tian D, Li X, Shi Y, Liu Y, Han J. Up-regulation of the expression of cocaine and amphetamine-regulated transcript peptide by electroacupuncture in the arcuate nucleus of diet-induced obese rats. *Neurosci Lett.* 383(1-2): 17-21, 2005.
 16. Levin BE, Triscari J, Sullivan AC. Altered sympathetic activity during development of diet-induced obesity in rat. *Am J Physiol.* 244(3): R347-55, 1983.
 17. Wilsey J, Scarpaci PJ. Caloric restriction reverses the deficits in leptin receptor protein and leptin signaling capacity associated with diet-induced obesity: role of leptin in the regulation of hypothalamic long-form leptin receptor expression. *J Endocrinol.* 181(2): 297-306, 2004.
 18. 林文注，實驗針灸學，上海科學技術出版社，上海，pp 288-90，1999。
 19. Mozes S, Lenhardt L, Martinkova A. Alkaline phosphatase activity of duodenal enterocytes after neonatal administration of monosodium glutamate to rats. *Physiol Res.* 49(2): 269-77, 2000.
 20. 何明、涂長春、黃起任、李萍、李曉宇、彭維杰，Lee's 指數用於評價成年大鼠肥胖程度的探討，中國臨床藥理學與治療學雜誌 2(3): 177-9, 1997。
 21. Levin BE, Dunn-Meynell AA, Balkan B, Keeseey RE. Selective breeding for diet-induced obesity and resistance in Sprague-Dawley rats. *Am J Physiol.* 273(2 Pt 2): R725-30, 1997.
 22. Bouret SG, Simerly RB. Minireview: Leptin and development of hypothalamic feeding circuits. *Endocrinology.* 145(6): 2621-6, 2004.
 23. Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Friedman JM. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature.* 372(6505): 425-32, 1994.
 24. Perez C, Fernandez-Galaz C, Fernandez-Agullo T, Arribas C, Andres A, Ros M, Carrascosa JM. Leptin impairs insulin signaling in rat adipocytes. *Diabetes.* 53(2): 347-53, 2004.
 25. Ceddia RB, Koistinen HA, Zierath JR, Sweeney G. Analysis of paradoxical observations on the association between leptin and insulin resistance. *FASEB J.* 16(10): 1163-76, 2002.
 26. Kahn BB, Flier JS. Obesity and insulin resistance. *J Clin Invest.* 106(4): 473-81, 2000.

EFFECT OF ELECTROACUPUNCTURE ON PLASMA OF LEPTIN AND INSULIN IN DIET-INDUCED OBESE RATS

Jyh-Sheng You¹ and Chih-Che Hung^{1,2}

*¹Institute of Traditional Chinese Medicine, Chang Gung University
Taoyuan, Taiwan*

*²Department of Chinese Medicine, Kuo general Hospital
Tainan, Taiwan*

(Received 6th July 2005, accepted 12th September 2005)

It has been reported that electroacupuncture (EA) is effective in reducing body weight. However, its mechanism was unclear. The purpose of this study is to illustrate the effect of electroacupuncture, which stimulates bilateral Zusanli and Sanyinjiao acupoints, on body weight, food intake, plasma lipid, plasma leptin, and plasma insulin in diet-induced obese (DIO) rats. The DIO male wistar rats were randomly divided into two groups, one is electroacupuncture (EA) group and the other is control group. EA group was treated with 100 Hz EA on bilateral Zusanli and Sanyinjiao acupoints for 30 minutes once a day for 14 days. Control group is restrained as the EA group, without being treated with EA. After 14 days, our results showed that body weight and Lee's index were increased significantly in control group, but not in EA group. In addition, the plasma content of TG is decreased and HDL is increased significantly in the EA group, however, the control group shows no change. The levels of plasma leptin and insulin were increased significantly in control group, but not in EA group. In summary, 100 Hz EA on bilateral Zusanli and Sanyinjiao acupoints can inhibit the weight gain of DIO rats with high fat diet and can decrease the plasma triglyceride.

Key words: Electroacupuncture, Zusanli, Sanyinjiao, Insulin, Leptin.