

· 临床研究 ·

经皮穴位电刺激疗法对 2 型糖尿病患者血糖和糖化血红蛋白及体质指标的影响

杨铭 吴志远 贾杰 吴毅 黄天生 苏红梅 王松伟 陆佳敏 吕颖 朱杰 李明芬 梁展鹏

【摘要】目的 探讨经皮穴位电刺激疗法和电针疗法对 2 型糖尿病患者血糖、糖化血红蛋白及体质指标的影响。**方法** 将 60 例 2 型糖尿病患者按随机数字表法分为电针组和 Acu-TENS 组, 每组 30 例。2 组患者在常规用药基础上, 分别进行为期 2 个月, 每日 1 次, 每次 30 min, 每周 5 次的电针治疗和经皮穴位电刺激治疗。分别于治疗前、治疗 2 个月后(治疗后)及治疗结束后 2 个月(随访时)对 2 组患者进行餐后 2 h 血糖、糖化血红蛋白、体质指数(BMI)、腰臀比、体脂百分比等指标检测, 并进行统计学分析比较。**结果** 治疗后, 电针组患者的餐后 2 h 血糖(9.36 ± 2.21)、糖化血红蛋白(6.76 ± 1.01 , mmol/L)、BMI(23.96 ± 1.85 , %)、腰臀比(0.88 ± 0.01 , %)、体脂百分比(26.68 ± 3.16 , %)等指标与 Acu-TENS 组的餐后 2 h 血糖(8.99 ± 1.82)、糖化血红蛋白(7.14 ± 1.13)、BMI(23.73 ± 1.28)、腰臀比(0.89 ± 0.02 , %)、体脂百分比(26.60 ± 2.40 , %)等指标均较治疗前有明显下降($P < 0.05$); 随访时, 除电针组患者糖化血红蛋白(7.46 ± 1.71 %)与治疗前及治疗后比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)外, 电针组患者的餐后 2 h 血糖(9.36 ± 2.21 , mmol/L)、BMI(25.96 ± 1.98 , %)、腰臀比(0.93 ± 0.02 , %)、体脂百分比(29.09 ± 3.10 , %)等指标与 Acu-TENS 组的餐后 2 h 血糖(10.32 ± 2.33 , mmol/L)、糖化血红蛋白(7.87 ± 1.72 , %)、BMI(25.55 ± 1.38 , %)、腰臀比(0.93 ± 0.01 , %)、体脂百分比(28.78 ± 2.48 , %)等各项指标相比, 虽有反弹, 但是较治疗前仍有下降($P < 0.05$); 2 组患者各时间点的上述指标组间比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 经皮穴位电刺激治疗在改善 2 型糖尿病患者血糖、糖化血红蛋白及体质指标方面与电针治疗相比, 具有相同甚至略优于电针治疗的效果, 值得推广应用。

【关键词】 电刺激; 经皮穴位电刺激; 糖尿病; 针刺

The influence of acupoint transcutaneous electrical stimulation on blood glucose, glycosylated hemoglobin and the physical fitness of patients with type 2 diabetes mellitus Yang Ming*, Wu Zhiyuan, Jia Jie, Wu Yi, Huang Tiansheng, Su Hongmei, Wang Songwei, Lu Jiamin, Lyu Ying, Zhu Jie, Li Mingfen, Liang Zhanpeng.

*Department of Rehabilitation Medicine, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China

Corresponding author: Jia Jie, Email: shannonjj@126.com

【Abstract】Objective To compare the effects of electrical stimulation applied transcutaneously to acupoints with electroacupuncture on blood glucose, glycosylated hemoglobin levels and the physical fitness of type 2 diabetic patients. **Methods** Sixty persons with type 2 diabetes were randomized into an electroacupuncture group (30 cases) and a transcutaneous stimulation group (30 cases). The patients were treated with either electroacupuncture or transcutaneous electrical stimulation of certain acupoints for a period of 2 months, 30 minutes a day, 5 times per week. At pre-treatment, post-treatment and follow-up, the indexes of 2 hour postprandial blood glucose (2hPG) and glycosylated hemoglobin (HbA1c), body mass index (BMI), waist-to-hip ratio (WHR) and percentage of body fat (PBF) were measured. **Results** After treatment, all of the above indexes had improved in both groups. At follow-up there was no longer any statistically significant difference compared with before treatment except for HbA1c levels in the electroacupuncture group. There was no statistically significant difference between the groups in terms of any index at any time point. **Conclusion** Transcutaneous electrical stimulation of the acupoints demonstrated effects similar to those of electroacupuncture in improving the blood glucose and glycosylated hemoglobin levels and the physical fitness of patients with type 2 diabetes.

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.02.010

基金项目:上海市卫生局中医药科研课题(2009S004)

作者单位:200040 上海,复旦大学附属华山医院康复医学科(杨铭、吴志远、贾杰、吴毅、王松伟、陆佳敏、李明芬);上海市嘉定区中医医院(黄天生、苏红梅);上海市嘉定区马陆镇社区卫生服务中心(吕颖);上海市嘉定区菊园社区卫生服务中心(朱杰);香港理工大学康复治疗科学系(梁展鹏)

通信作者:贾杰,Email:shannonjj@126.com

【Key words】 Electrical stimulation; Acupoints; Diabetes mellitus; Acupuncture

2 型糖尿病是一种常见病和多发病,占糖尿病总数的 90%^[1-2]。针灸治疗 2 型糖尿病临床疗效肯定^[3],在穴位选择上,合谷、曲池、足三里和三阴交等常作为治疗 2 型糖尿病的常用有效穴位^[4];但针刺具有创痛且容易诱发感染等问题^[5];而源于针灸的穴位经皮电刺激(acupoint transcutaneous electrical stimulation, Acu-TENS)技术是一种通过作用于穴位体表皮皮肤,将特定的低频脉冲电流输入人体的治疗方法,它不仅可以弥补针刺的不足,还具有操作简单、应用方便等特点,依从性良好。虽然 Acu-TENS 已经在 2 型糖尿病周围神经病变中的治疗中得到应用^[6],但该方法是否可以作为一种物理治疗来替代电针治疗,尚少见报道。本研究以 2 型糖尿病患者为研究对象,以餐后 2 h 血糖、糖化血红蛋白、BMI、腰臀比、体脂百分比等指标为评价指标,观察 Acu-TENS 疗法和电针疗法对 2 型糖尿病患者血糖、糖化血红蛋白及体质指标的影响,旨在探讨 Acu-TENS 疗法能否成为治疗 2 型糖尿病患者的一种新的物理方法。

对象与方法

一、研究对象

入组标准:①符合 1999 年世界卫生组织(World Health Organization, WHO)糖尿病诊断标准^[7],即空腹血糖 ≥ 7.0 mmol/L,或餐后 2 h 血糖或随机血糖 ≥ 11.1 mmol/L;②患者年龄 55~75 岁;③病程 >1 年;④签署知情同意书。

排除标准:①经心电图、尿常规、眼科、血压等检查,有严重的糖尿病并发症及运动禁忌证;②严重心肌缺血、糖尿病肾病合并肾功能衰竭、尿酮体阳性、增生性视网膜病变、严重高血压;③空腹血糖超过 16.7 mmol/L;④四肢有金属植入物。

复旦大学附属华山医院康复医学科为该临床研究的管理中心。选取 2009 年 10 月至 2010 年 10 月嘉定区某社区已建卡管理且符合上述标准的 2 型糖尿病患者 60 例,进行为期 2 个月的电针或经皮穴位电刺激治疗干预。根据研究中心随机编码的序列和临床治疗分组的随机编码序列,依据所在社区分配病例数和试验组别,在社区研究中心由专人根据受试者就诊的先后顺序与管理中心索取随机号和分组号,进行相应的分组治疗。

60 例 2 型糖尿病患者按照随机、单盲和对照设计原则分为电针组(采用电针治疗)和 Acu-TENS 组(采用 Acu-TENS 治疗),每组 30 例。2 组患者均完成 2 个月康复治疗,并接受治疗结束 2 个月后的随访,但电针

组失访 3 例,Acu-TENS 组无 1 例失访。2 组患者的性别、年龄、身高等一般病例资料经统计学分析比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。详见表 1。

表 1 2 个组别的一般资料比较

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	平均身高 (m, $\bar{x} \pm s$)	病程 (年)	合并症(例)	
		男	女				有	无
Acu-TENS 组	30	11	19	63.87 $\pm$ 9.19	1.59 $\pm$ 0.08	11.37	27	3
电针组	27	10	17	63.04 $\pm$ 8.56	1.57 $\pm$ 0.04	11.00	25	2

二、治疗方法

2 组 2 型糖尿病患者在接受饮食控制宣教教育,每日在药物治疗基础上,并由医护人员指导适当放松活动后,电针组采用电针疗法进行治疗,Acu-TENS 组则采用经皮穴位电刺激疗法进行治疗。2 组患者均每周治疗 5 次,每次 30 min。共治疗 2 个月。

(一) 电针治疗方法

①穴位选择:上肢、下肢分别选取双侧曲池和合谷、足三里穴和三阴交^[3];②针具及针刺方法:选择华佗牌针灸针。合谷穴采用 1.5 寸毫针,直刺 1 寸,曲池穴、足三里穴、三阴交穴均采用 2 寸毫针,直刺 1.5 寸;③刺激仪器:选用 G6805 型电针治疗仪,刺激频率 2 Hz,连续波。

(二) 经皮电刺激穴位方法

①刺激部位:上肢、下肢分别选取双侧曲池和合谷、足三里和三阴交;②刺激参数:频率 10 Hz,断续波(肌肉收缩 7 次,间歇 8 s);③刺激仪器及刺激电极:选用 120Z 型经皮电神经刺激(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)治疗仪,电极具有皮肤粘贴性。

三、指标检测

1. 生化指标:用全自动生化分析仪按葡萄糖氧化酶原理完成早餐后 2 h 血糖(2 h postprandial glucose, 2hPG)的测定,采用中压液相色谱法完成糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin, HbA1c)的测定。

2. 体质监测:分别对体质指数(body mass index, BMI)、腰臀比、体脂百分比等指标进行检测。BMI 是用体重(公斤数)除以身高(米数)的平方得出的数字;腰臀比是腰围与臀围的比值,是判定中心性肥胖的重要指标;腰围是取被测者髂前上嵴和第十二肋下缘连线中点,水平位绕腹一周,皮尺应紧贴软组织,但不压迫,测量值精确到 0.1 cm。臀围为经臀部最隆起部位测得身体水平周径。通过以下公式计算体脂百分比:体脂百分比(%) = $1.2 \times \text{BMI} + 0.23 \times \text{年龄} - 5.4 - 10.8 \times \text{性别}$ 。其中性别值男性为 1,女性为 0。

四、检测时间

全部患者于治疗开始前(治疗前)进行入组检测,于 2 个月治疗结束时(治疗后)进行第 1 次有效性检测;于治疗结束后 2 个月(随访时)进行治疗效果的随访检测。

五、统计学分析

使用 SPSS 13.0 版统计软件进行统计分析,计量数据以($\bar{x} \pm s$)表示,先对数据进行重复测量方差分析,然后按时间点分层,组别间比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用 SNK 法;按组别分层,进行时间点间两两比较采用 Bonferroni 检验;计数资料比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

一、生化指标

餐后 2 h 血糖指标:先采用重复测量方差分析,组别因素($F = 1.897, P = 0.134$)、时间因素($F = 245.107, P = 0.000$)、组别和时间交互作用($F = 29.852, P = 0.000$)。按时间点分层进行组别间比较,2 组患者餐后 2 h 血糖治疗前、治疗后及随访时的值组间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);按组别分层进行时间点间比较,2 组患者治疗后餐后 2 h 血糖均较治疗前有显著下降($P < 0.05$),随访时餐后 2 h 血糖水平较组内治疗后有明显反弹($P < 0.05$),但仍低于组内治疗前水平($P < 0.05$)。

糖化血红蛋白指标:先采用重复测量方差分析,组别因素($F = 1.480, P = 0.224$)、时间因素($F = 63.830, P = 0.000$)、组别和时间交互作用($F = 5.308, P = 0.000$)。按时间点分层进行组别间比较,2 组患者治疗前、治疗后的糖化血红蛋白值比较,组间差异均无统计学意义($P > 0.05$);按组别分层进行时间点间比较,2 组患者治疗后糖化血红蛋白均较治疗前有显著下降($P < 0.05$),且随访时 Acu-TENS 组患者糖化血红蛋白水平较组内治疗后有明显反弹($P < 0.05$),但仍低于组内治疗前水平($P < 0.05$);而电针组患者治疗后糖化血红蛋白亦较治疗前显著下降($P < 0.05$),但电针组患者随访时的糖化血红蛋白含量分别与组内治疗前及治疗后比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。详见表 2。

二、体质监测

BMI 指标:先采用重复测量方差分析,组别因素($F = 2.639, P = 0.053$)、时间因素($F = 397.155, P = 0.000$)、组别和时间交互作用($F = 50.902, P = 0.000$)。按时间点分层进行组别间比较,2 组患者治疗前、治疗后及随访时的 BMI 值比较,组间差异均无统计学意义($P > 0.05$);按组别分层进行时间点间比

表 2 2 组患者不同时间点的生化指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	餐后 2 h 血糖 (mmol/L)	糖化血红蛋白 (%)
Acu-TENS 组			
治疗前	30	11.07 $\pm$ 2.32	8.41 $\pm$ 2.08
治疗后	30	8.99 $\pm$ 1.82 ^a	7.14 $\pm$ 1.13 ^a
随访时	30	10.32 $\pm$ 2.33 ^{ab}	7.87 $\pm$ 1.72 ^{ab}
电针组			
治疗前	27	12.09 $\pm$ 2.77	7.99 $\pm$ 1.07
治疗后	27	9.36 $\pm$ 2.21 ^a	6.76 $\pm$ 1.01 ^a
随访时	27	11.60 $\pm$ 2.78 ^{ab}	7.46 $\pm$ 1.71

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与组内治疗后比较,^b $P < 0.05$

较,2 组患者治疗后的 BMI 均较组内治疗前有显著下降($P < 0.05$),而随访时 2 组患者的 BMI 值较组内治疗后有明显反弹($P < 0.05$),但 BMI 水平仍低于组内治疗前($P < 0.05$)。

腰臀比指标:先采用重复测量方差分析,组别因素($F = 24.694, P = 0.000$)、时间因素($F = 657.538, P = 0.000$)、组别和时间交互作用($F = 75.313, P = 0.000$)。按时间点分层进行组别间比较,2 组患者治疗前、治疗后及随访时腰臀比值比较,组间差异均无统计学意义($P > 0.05$);按组别分层进行时间点间比较,2 组患者治疗后腰臀比值均较组内治疗前有显著下降($P < 0.05$),而随访时腰臀比值水平较组内治疗后有明显反弹($P < 0.05$),但仍低于组内治疗前水平($P < 0.05$)。

体脂百分比指标:先采用重复测量方差分析,组别因素($F = 1.295, P = 0.280$)、时间因素($F = 397.155, P = 0.000$)、组别和时间交互作用($F = 50.902, P = 0.000$)。按时间点分层进行组别间比较,2 组患者治疗前、治疗后及随访时的体脂百分比值比较,组间差异均无统计学意义($P > 0.05$);按组别分层进行时间点间比较,2 组患者治疗后体脂百分比均较组内治疗前有显著下降($P < 0.05$),而随访时体脂百分比水平较组内治疗后有明显反弹($P < 0.05$),但仍低于组内治疗前水平($P < 0.05$)。具体数据详见表 3。

表 3 2 组患者不同时间点体质监测指标比较(% , $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	BMI	腰臀比	体脂百分比
Acu-TENS 组				
治疗前	30	25.93 $\pm$ 1.40	0.94 $\pm$ 0.01	29.24 $\pm$ 2.45
治疗后	30	23.73 $\pm$ 1.28 ^a	0.89 $\pm$ 0.02 ^a	26.60 $\pm$ 2.40 ^a
随访时	30	25.55 $\pm$ 1.38 ^{ab}	0.93 $\pm$ 0.01 ^{ab}	28.78 $\pm$ 2.48 ^{ab}
电针组				
治疗前	27	26.40 $\pm$ 1.98	0.95 $\pm$ 0.01	29.61 $\pm$ 3.12
治疗后	27	23.96 $\pm$ 1.85 ^a	0.88 $\pm$ 0.01 ^a	26.68 $\pm$ 3.16 ^a
随访时	27	25.96 $\pm$ 1.98 ^{ab}	0.93 $\pm$ 0.02 ^{ab}	29.09 $\pm$ 3.10 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与组内治疗后比较,^b $P < 0.05$

讨 论

血糖是反映糖尿病患者病情的直接客观指标,餐后 2 h 血糖可以大致反映进餐后的血糖峰值。其临床意义主要表现为可更敏感地反映糖代谢紊乱,可有效预测心血管事件及死亡危险。由于糖化血红蛋白能反映 2 型糖尿病患者 2~3 个月血糖水平的代谢变化,因而被认为是反映 2 型糖尿病患者病情的一个非常客观、稳定的生化指标,被作为糖尿病监控的“金标准”。体质指标包括 BMI、腰臀比、体脂百分比,是筛选糖尿病患者和血脂异常患者的重要指标,对于糖耐量异常和胰岛素抵抗有很好的预测价值。

本研究结果发现,经皮电刺激穴位可以改善 2 型糖尿病患者餐后 2 h 血糖和糖化血红蛋白及其体质指标;电针组和 Acu-TENS 组治疗后的餐后 2 h 血糖、糖化血红蛋白和体质指标比治疗前都有明显下降,虽然随访时上述指标水平有明显反弹,但仍低于治疗前的水平;而电针组和 Acu-TENS 组的上述指标在治疗前、治疗后及随访时的值组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。说明经皮穴位电刺激和电针治疗在改善 2 型糖尿病患者血糖方面效果一样。虽然有氧运动控制糖尿病正在被人们逐渐接受,并成为共识,许多研究^[8-10]也表明有氧运动可以增加糖尿病患者对胰岛素的敏感性,可改善糖尿病患者的血液指标和体质指标,然而并不是所有的有氧运动都能控制 2 型糖尿病患者的症状,有效的有氧运动需要达到一定的时间和活动量,美国外科医生的报道建议至少每天 30 min,每周数天^[11-12]。但由于部分老年人活动能力受限,特别是关节炎和心脏病患者,不能进行大量的活动锻炼,使他们不得不寻找其它非药物控制方法。而本研究对象选取的是上海某社区已建卡管理的 2 型糖尿病病患者,这些患者每日都在社区卫生服务中心统一做治疗,他们每天的运动量都有专人指导,从而可以尽量减少因为运动而产生的偏倚。

我国传统中医针灸技术治疗糖尿病,简便效廉,具有广泛的群众基础,而且也有研究系统评价了针灸治疗糖尿病的疗效^[3];针刺治疗 2 型糖尿病的疗效在国外研究中也已经被证实^[13]。尹真祯等^[4]对近十年针灸治疗 2 型糖尿病的 79 篇文献报道的经脉、穴位进行筛选,发现治疗 2 型糖尿病中的常用有效穴位包括合谷、曲池、足三里、三阴交等,并通过统计整理,发现上述四穴出现的频率值依次为三阴交 59%、足三里 57%、曲池 15%、合谷 14%。这为本研究刺激穴位的选取提供了很好的依据。近年来普通针刺和电疗、磁疗等技术结合使用,不仅扩大了普通针刺的临床使用范围,还提升了普通的治疗效果。张海潮等^[14],通过

对 20 例大学生的股四头肌进行电刺激训练 7 周观察电刺激对肌肉增长的作用,结果显示,电刺激可增长股四头肌的肌力,与对照组比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。孟宏等^[15]研究发现,电针干预对糖耐量受损(impaired glucose tolerance, IGT)患者的血糖、糖化血红蛋白等有一定的降低作用,可以作为 IGT 人群的临床有效干预方法及糖尿病早期防治手段。

然而随着电针的应用和推广,针刺也表现出一定的局限性。我国 60 岁以上的糖尿病患者占 50% 以上^[16],且 40% 以上的糖尿病患者合并有心脏病^[17]。针灸时所引起的疼痛刺激对那些不耐疼痛的老年患者,特别是有心脏疾病的老年患者来说,有一定的潜在危险,而且心脏病本身就是针灸的一个慎用指征。另外,针刺对于糖尿病患者来说更容易引起感染,Seeley 等^[5]研究报道,针刺所带来的机械损伤和感染已经成为糖尿病患者的潜在威胁,同时针灸也会加大病毒传播的危险,应该引起医务人员的注意。

源于电针和 TENS 的 Acu-TENS,既有针刺的治疗作用,又可避免针刺刺入的创痛,而且经皮电刺激穴位可以由患者自己操作控制、调节合适的电流刺激强度,容易被患者接受和家庭化操作。TENS 疗法在止痛方面收到较好的效果,临床上已得到广泛的应用^[18]。近年来,TENS 的治疗范围也在扩大,Lau 和 Jones^[19]研究发现,TENS 技术治疗肺部疾病等有很好的疗效。有研究报道^[20-23]TENS 技术治疗糖尿病微血管病变和周围神经性病变有很好的效果,但并未见该疗法改善糖尿病的报道;而且不同的电刺激频率和刺激时间,产生的效果也不一样^[24-25];根据中医传统理论所选穴位不一样,可能效果也不一样^[26-28];Lynch 和 Simpson^[29]报道,低频 TENS(10 Hz)治疗时和针刺产生的刺激效果一样。本实验前期初步研究^[30]发现,采用 10 Hz 30 min 的经皮穴位电刺激不仅可以刺激骨骼肌使其产生收缩,并对 2 型糖尿病患者的血糖指标产生良性的影响。

本研究中,虽然经皮穴位电刺激具有无创、无痛、操作方便,可以通过穴位刺激产生针灸样效果,但必须注意到,治疗后 2 个月所检测的指标就出现反弹,但具体开始反弹的时间并不清楚,如果延长治疗时间会产生怎么样的效果,值得进一步研究;而且使用 Acu-TENS 疗法控制 2 型糖尿病的机制目前尚不是特别清楚。前期基础研究^[31]发现,电刺激可诱导骨骼肌收缩,直接或间接地激活骨骼肌磷脂酰肌醇-3 激酶信号转导通路,而不依赖于腺苷酸活化蛋白激酶信号转导通路,从而可以促进骨骼肌对葡萄糖的摄取。对于 Acu-TENS 改善 2 型糖尿病指标是因为电刺激产生类似于有氧运动的效果,还是激活了骨骼肌摄取葡萄糖的通路,尚

不能给出具体结论,有待于进一步研究。

参 考 文 献

- [1] Gu D, Reynolds K, Duan X, et al. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in the Chinese adult population: International Collaborative Study of Cardiovascular Disease in Asia (InterASIA) [J]. *Diabetologia*, 2003, 46(9): 1190-1198.
- [2] Yang W, Gao Y, Liu G, et al. Biphasic insulin aspart 30 as insulin initiation or replacement therapy: the China cohort of the IMPROVE study [J]. *Curr Med Res Opin*, 2010, 26(1): 101-107.
- [3] 蔡燕, 彭楚湘. 针灸治疗糖尿病的 Meta 分析 [J]. *中华中医药学刊*, 2010, 28(11): 2412-2415.
- [4] 尹真祯, 杜琳, 周宏, 等. 近十年针灸治疗 2 型糖尿病相关文献的经脉、穴位筛选. *首都医药*, 2012, 2(4): 19-22.
- [5] Seeley EJ, Chambers HF. Diabetic ketoacidosis precipitated by Staphylococcus aureus abscess and bacteremia due to acupuncture: case report and review of the literature [J]. *Clin Infect Dis*, 2006, 43(1): e6-e8.
- [6] 符积裕. 经皮电神经刺激治疗症状性糖尿病周围神经病变的进展 [J]. *海南医学*, 2011, 22(2): 126-128.
- [7] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南 (2010 版) [R]. *中国糖尿病杂志*, 2012, 20(1): S4-S5.
- [8] Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial [J]. *Ann Intern Med*, 2007, 147(6): 357-369.
- [9] Wilmore JH, Costill DL, Kenney WL. *Physiology of sport and exercise* [M]. Champaign: Human Kinetics, 2008: 574.
- [10] Saiiaria A, Moslehi M. Interactive effects of sulfonylurea drugs, aerobic and strength training on Glycemic control in type II diabetes [J]. *Procedia Soc Behav Sci*, 2011, 15(1): 1792-1797.
- [11] Boule NG, Haddad E, Kenny GP, et al. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials [J]. *JAMA*, 2001, 286(10): 1218-1227.
- [12] US Department of Health and Human Services. *Physical activity and health: a report of the Surgeon General* [M]. Atlanta (GA): US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996: 125-128.
- [13] Liang F, Koya D. Acupuncture: is it effective for treatment of insulin resistance [J]. *Diabetes Obes Metab*, 2010, 12(7): 555-569.
- [14] 张海潮, 潘浩. 电刺激对肌肉力量作用的研究分析 [J]. *北京体育大学学报*, 2001, 24(2): 189-190.
- [15] 孟宏, 翟煦, 郝晋东, 等. 电针干预对糖耐量受损患者血糖的影响 [J]. *中国针灸*, 2011, 31(11): 971-973.
- [16] 杨静, 卢伟, 李锐. 上海市闸北区 2 型糖尿病患者生存质量及影响因素研究 [J]. *中国健康教育*, 2009, 25(3): 167-170.
- [17] 王玉琴, 刘香. 2 型糖尿病合并心血管疾病的防治 [J]. *健康大视野: 医学分册*, 2006, 14(6): 56-58.
- [18] Johnson MI, Ashton CH, Thompson JW. The consistency of pulse frequencies and pulse patterns of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) used by chronic pain patients [J]. *Pain*, 1991, 44(3): 231-234.
- [19] Lau KS, Jones AY. A single session of Acu-TENS increases FEV1 and reduces dyspnoea in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomised, placebo-controlled trial [J]. *Aust J Physiother*, 2008, 54(3): 179-184.
- [20] Julka IS, Alvaro M, Kumar D. Beneficial effects of electrical stimulation on neuropathic symptoms in diabetes patients [J]. *J Foot Ankle Surg*, 1998, 37(3): 191-194.
- [21] Kumar D, Marshall HJ. Diabetic peripheral neuropathy: amelioration of pain with transcutaneous electrostimulation [J]. *Diabetes Care*, 1997, 20(11): 1702-1705.
- [22] Julka IS, Alvaro M, Kumar D. Beneficial effects of electrical stimulation on neuropathic symptoms in diabetes patients [J]. *J Foot Ankle Surg*, 1998, 37(3): 191-194.
- [23] Forst T, Pfützner A, Bauersachs R, et al. Comparison of the microvascular response to transcutaneous electrical nerve stimulation and postocclusive ischemia in the diabetic foot [J]. *J Diabetes Complications*, 1997, 11(5): 291-297.
- [24] Chang SL, Lin JG, Chi TC, et al. An insulin-independent hypoglycaemia induced by electroacupuncture at the Zhongwan (CV12) acupoint in diabetic rats [J]. *Diabetologia*, 1999, 42(2): 250-255.
- [25] Lin JG, Chang SL, Cheng JT. Release of beta-endorphin from adrenal gland to lower plasma glucose by the electroacupuncture at Zhongwan acupoint in rats [J]. *Neurosci Lett*, 2002, 326(1): 17-20.
- [26] Peplow PV, Baxter GD. Electroacupuncture for Control of Blood Glucose in Diabetes: Literature Review [J]. *J Acupunct Meridian Stud*, 2012, 5(1): 1-10.
- [27] Lin RT, Tzeng CY, Lee YC, et al. Acute effect of electroacupuncture at the Zusanli acupoints on decreasing insulin resistance as shown by lowering plasma free fatty acid levels in steroid-background male rats [J]. *BMC Complement Altern Med*, 2009, 9(1): 26.
- [28] Wong CL, Lai KY, Tse HM. Effects of SP6 acupressure on pain and menstrual distress in young women with dysmenorrhea [J]. *Complement Ther Clin Pract*, 2010, 16(2): 64-69.
- [29] Lynch L, Simpson K. Transcutaneous electrical nerve stimulation and acute pain [J]. *Br J Anaesth*, 2002, 2(1): 49-52.
- [30] 杨铭, 黄天生, 贾杰, 等. 经皮穴位电刺激对老年 2 型糖尿病患者血糖指标影响的初步观察 [J]. *老年医学与保健*, 2012, 18(4): 17-21.
- [31] 林强, 吴毅, 胡永善, 等. 电刺激对 2 型糖尿病大鼠骨骼肌细胞胰岛素信号通路的影响 [J]. *中国康复医学杂志*, 2008, 23(11): 932-935.

(修回日期: 2013-12-26)

(本文编辑: 汪 玲)