

· 基础研究 ·

长期神经肌肉电刺激训练干预中年女性腹部肥胖的随机对照研究*

王勇军^{1,2} 黄力平^{1,4} 田 强¹ 曹龙军¹ 周 石^{1,3}

摘要 目的:观察长期经皮神经肌肉电刺激训练结合减肥康复教育干预中年女性单纯性腹部肥胖的疗效,为探索降低腹部肥胖的方法提供实验依据。方法:选取单纯性腹部肥胖女性 46 例(50±5.88 岁),参加实验的人数为 30 例,随机分为实验组和对照组各 15 例。实验组受试者每天进行 30min 腹直肌神经肌肉电刺激训练,频率为 30Hz,波宽为 300μs,通断比为 1:3,电流强度为 10—20mA,持续 12 周。对所有受试者每周进行减肥康复教育 1 次。结果:实验组单纯性腹部肥胖中年女性训练后较训练前 BMI、腰围和臀围显著降低($P<0.001$),腰围与臀围比值差异无显著性($P>0.05$);对照组训练前后各项指标无变化($P>0.05$);训练后实验组体重、BMI、腰围和臀围较对照组显著降低($P<0.05$);训练后显著减少单纯性腹部肥胖中年女性腹内脂肪($P<0.05$),腹直肌肌肉厚度显著性增加($P<0.05$),皮下脂肪厚度无显著性变化($P>0.05$)。结论:长期神经肌肉电刺激训练和减肥康复教育相结合可以显著改善中年女性单纯性腹部肥胖者身体形态,降低腹内脂肪含量,效果明显优于单纯的减肥康复教育。

关键词 神经肌肉电刺激;腹部肥胖;超声检查

中图分类号:R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2008)-01-0026-04

Randomized controlled study of 12 week training on abdominal region by neuromuscular electrical stimulation in women with simple ventral obesity/ WANG Yongjun, HUANG Liping, TIAN Qiang, et al// Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2008, 23(1): 26—29

Abstract Objective: To investigate the efficacy of neuromuscular electrical stimulation on the abdominal region in women with simple abdominal obesity in order to offer experimental clues for lowering the health hazard of abdomen obesity. **Method:** Thirty women with simple abdominal obesity, 50±5.88 years old, volunteered to participate in the experiment. The participants were randomly divided into training group and control group, each 15 subjects. The training group was given neuromuscular electrical stimulating training 30min per day on the rectus-abdominis muscles around umbilicus: with frequency 30Hz, pulse width 300 μs, on and off ratio 1:3, intensity 10—20mA. Both groups participant in workshops for body weight control once a week. **Result:** The women after 12 week electrical stimulating training showed lower BMI, WC, and HC than those in pre-training ($P<0.001$) and no significant difference was found in BW and WHR of them as comparing with pre-training ($P>0.05$). In the control group the BW, BMI, WC, and HC did not show significant change during experimental period ($P>0.05$). Compared with control group, in experiment group BW, BMI, WC, and HC decreased significantly ($P<0.05$). The women in training group had thinner thickness of visceral fat and greater thickness of rectus-abdominis muscle measured by ultrasonography than those in control group after 12 week intervention ($P<0.05$). **Conclusion:** Twelve week training with neuromuscular electrical stimulation on the rectus-abdominis muscle is a potent visceral fat losing method for the women suffered from simple ventral obesity. It's effect is better than only education for weight control.

Author's address Dept. of Health & Exercise Science, Tianjin University of Sport, Tianjin, China, 300381

Key words neuromuscular electrical stimulation; simple ventral obesity; sonography

目前,肥胖因危害健康已被列入世界范围的流行病,其中腹部肥胖较之皮下脂肪积累及腿部肥胖对健康的威胁更大^[1-3]。中年女性在绝经期前后,由于激素代谢的剧烈变化,雌雄激素失去平衡,逐渐发胖且以腹部肥胖为主,也使她们在青壮年期少发的各种慢性代谢性疾病的发病逐渐增加,是健康“高危期”^[4]。此时,她们也正是负担较重,难以参加规律运动的时期。腹部肥胖导致行动笨拙,运动费力,本身

也是降低人们参加锻炼的热情及妨碍长期坚持的因

* 基金项目:天津市自然科学基金资助(05YFJMJC05400)

1 天津体育学院运动人体科学系,天津市河西区卫津南路 51 号, 300381

2 山东省泰安市泰安中心医院康复科

3 澳大利亚南十字星大学

4 通讯作者:黄力平(天津体育学院运动人体科学系)

作者简介:王勇军,男,主治医师

收稿日期:2007-12-11

素之一。因此, 积极探讨减少中年女性腹部脂肪积累, 改善机体代谢就是重要的科研课题之一。

最近有文献报道, 应用 HANs 作用于穴位对减肥有一定的疗效^[5]。国外对病态肥胖者也应用胃肠直接电刺激改变胃肠节律来减肥, 但它必须是通过有创的手术方式进行^[6-7]。经皮神经肌肉电刺激是一种与 HANs 不同的, 通过小于 1000Hz 的低频电流刺激运动神经, 兴奋肌肉, 促进肌肉收缩的物理治疗方法, 是辅助增强肌肉功能的有效康复手段, 在临床上已得到广泛应用^[8], 理论上通过肌肉收缩消耗脂肪, 增强肌肉力量可达到腹部减肥瘦身效果。但有关文献报道较少。因此, 本文目的是观察在减肥康复教育的基础上, 长期对腹部进行神经肌肉电刺激训练, 改善中年女性腹部肥胖的效果, 为进一步制订可推广的腹部减肥处方提供实验依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

通过自愿报名, 募集受试者并签订知情同意协议书, 经临床医师做常规体格检查和填写调查问卷后, 排除病理性肥胖、重大疾病、服用影响糖脂代谢药物、6 个月内进行各种减肥治疗者和有低频电治疗禁忌证者。根据《中国成人超重和肥胖症预防控制指南(试用)》^[9], 以 BMI ≥ 28 为肥胖, 女性腰围 ≥ 80 cm 视为腹部肥胖标准, 共选取单纯性女性腹部肥胖 46 例, 经筛选去除不符合试验要求者 16 例。参加实验的人数共为 30 例, 抽签形式随机分为实验组和对照组各 15 例, 实验组进行腹部神经肌肉电刺激训练, 而对照组不进行训练。实验结束后, 坚持完成实验的人数实验组为 13 例, 2 例由于时间关系中途退出实验。对照组为 14 例, 1 例未告知原因失去联系而退出实验。一般情况见表 1。实验组和对照组年龄、体重、身高、BMI、腰围分别比较差异无显著性 ($P>0.05$)。

表 1 受试者一般资料 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	年龄(岁)	体重(kg)	身高(m)	BMI(kg/m ²)	腰围(cm)
实验组	13	49.5 $\pm$ 5.75	78.7 $\pm$ 9.08	1.60 $\pm$ 0.08	29.9 $\pm$ 2.75	96.9 $\pm$ 8.10
对照组	14	50.0 $\pm$ 2.75	73.8 $\pm$ 10.58	1.60 $\pm$ 0.07	29.8 $\pm$ 3.66	94.5 $\pm$ 7.24

1.2 研究方法

1.2.1 低频电刺激训练方案: 使用电子神经肌肉刺激仪(广州)对实验组受试者进行训练, 用酒精常规消毒皮肤后, 把四个硅胶导电电极片(5cm $\times$ 5cm)放置在脐周腹直肌上, 位置: 脐上电极(阴极)置于脐水平线上 3cm、脐正中线旁 2.0cm, 两电极片水平相距 4cm, 脐下电极(阳极)置于脐水平线下 5cm、脐正中线旁 2.0cm, 两电极片水平相距 4cm, 上下电极片相

距 8cm。刺激参数: 对称双相方波, 频率 30Hz, 波宽 300 μ s, 通断比 1:3, 调节并逐渐增加电流强度至受试者能耐受并无不适为止(10—20mA)。每天下午 4—6 点进行, 持续 30min, 每天 1 次, 连续 12 周。

1.2.2 减肥教育方案: 对两组受试者进行每周 1 次的减肥康复教育和指导, 内容包括什么是肥胖、肥胖的原因、危害及解决方法, 怎样进行饮食控制, 如何选择适宜的运动方案, 减肥失败的原因, 如何坚持减肥治疗等。要求所有受试者记录实验开始后的前 3 周和邻近结束的前 3 周每天的饮食和运动日记, 每周检查、指导, 以保证两组受试者在实验期间控制饮食和运动活动保持一致。

1.2.3 测量方法与指标: 实验前后所有受试者在清晨、空腹, 同一时间按体质测定标准方法进行身高、体重、腰围、臀围、腰臀比测定^[10]。12 周结束后, 采用单盲方法用 B 型超声诊断仪(美国 GEL7 彩色超声仪)测量两组受试者腹部皮下脂肪厚度、内脏脂肪厚度和腹直肌厚度^[11]。方法为在剑突与脐连线中点部位采用 7.5MHz 探头测量真皮下脂肪界面至腹白线之间的距离视为腹部皮下脂肪厚度(A); 换用 3.5MHz 探头测量腹白线下方正中腹膜至腹主动脉后壁之间的距离视为腹部内脏脂肪厚度(B); 旁开中点右侧腹直肌腱鞘前层与弓状线间的距离为腹直肌厚度(C), 以 mm 计量。测试中注意事项见文献^[12]。

1.3 统计学分析

所有数据用 SPSS 13.0 统计软件处理, 以平均值和标准差表示, 实验组和对照组各组组内前后差异用配对 t 检验, 实验组和对照组之间差异用独立样本 t 检验, 检验水准: $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 长期低频神经肌肉电刺激训练显著改善单纯性腹部肥胖中年女性身体形态

实验前后比较, 实验组 BMI、腰围、臀围有显著性降低($P<0.001$), 体重有下降趋势但差异无显著性意义($P>0.05$), 腰臀比(WHR)无变化($P>0.05$); 对照组 BMI、腰围、臀围、体重、WHR 有下降趋势, 但差异无显著性意义($P>0.05$)。见表 2。实验组与对照组两组实验前后差值比较, 实验组受试者体重、BMI、腰围、臀围指标实验前后差值显著大于对照组 ($P<0.05$)。说明长期低频电刺激训练引起了体重、体重指数、腰围和臀围显著性下降。由于腰围和臀围都显著性降低, 因此腰臀比没有变化($P>0.05$)。

2.2 长期神经肌肉电刺激训练减少单纯性腹部肥胖中年女性腹内脂肪

电刺激训练后,与对照组相比,实验组受试者内脏脂肪厚度显著性下降($P<0.05$),腹直肌肌肉厚度显著性增加($P<0.05$),皮下脂肪厚度有下降趋势,但差异无显著性($P>0.05$),以(A+B)mm/身高(m^2)计算的脂肪指数(FI)显著降低($P<0.001$),见表3。

表2 实验组和对照组实验前后身体形态的变化($\bar{x}\pm s$)

	实验组		对照组	
	实验前	实验后	实验前	实验后
体重(kg)	78.7±9.08	74.4±15.85	73.8±10.58	71.8±10.07
BMI(kg/m ²)	29.9±2.75	28.2±4.17 ^①	29.8±3.66	29.0±3.42
腰围(cm)	96.9±8.10	90.1±11.65 ^①	94.5±7.24	91.1±7.11
臀围(cm)	105.2±12.44	97.8±8.69 ^①	102.1±6.47	98.5±6.01
WHR	0.92±0.00	0.92±0.77	0.90±0.06	0.90±0.06

①组内实验前后相比较 $P<0.001$

表3 实验组和对照组实验后腹部脂肪和肌肉的变化($\bar{x}\pm s$)

	实验组	对照组
皮下脂肪厚度 A(mm)	19.4±5.14	22.1±6.39
内脏脂肪厚度 B(mm)	47.7±10.38 ^①	64.2±12.51
腹直肌肌肉厚度 C(mm)	7.0±0.88 ^①	5.7±0.61
脂肪指数(FI)	26.3±4.96 ^②	34.5±8.96

组间比较:① $P<0.05$;② $P<0.001$

3 讨论

肥胖是因机体热量摄入大于消耗,造成脂肪在体内积聚过多,导致体重超重的病症^[13]。根据WHO的诊断标准,BMI:25.0—29.9为超重, ≥ 30 为肥胖。肥胖女性腰围超过88cm,男性大于102cm,称为腹部肥胖,相关疾病的危险性就会显著性增加^[14]。亚洲人的遗传因素、环境因素和局部脂肪积聚的特点与欧美人不同,《中国成人超重和肥胖症预防控制指南(试用)》以BMI ≥ 28 为肥胖,男性腰围 ≥ 85 cm,或女性腰围 ≥ 80 cm视为腹部肥胖标准^[9,15]。本次研究我们采用此标准。根据WHO资料,与肥胖相关的疾病很多,如糖尿病、代谢症候群、冠心病、乳腺癌等^[16]。

最早Vague^[17]注意到脂肪组织分布对健康影响的重要性。外周型肥胖是指以臀部和股部脂肪堆积为主的肥胖,内脏型肥胖又称腹部肥胖,是指脂肪组织主要集中在人体腹腔脏器周围(肠系膜、大网膜)的肥胖者^[18]。大量研究充分证实内脏型肥胖比外周型肥胖发生糖尿病、高脂血症、冠心病、脑血管病、肿瘤等的危险增高。严重影响人们的生存质量,降低预期寿命,而且不利于人们工作^[2]。

多年来一直以WHR超过0.85的肥胖者视为内脏脂肪型肥胖症,并将WHR比值0.88以上者视为糖脂代谢异常和高血压等病症的危险因子^[19]。然而,有人发现,当人们变得肥胖加剧时,腰部和臀部可同时加大,腰臀比就失去了反映腹部肥胖的意义^[3]。并且由于腹壁肌肉及其皮下脂肪厚度存在着较大个体差异,腹部CT扫描,以内脏脂肪(V)和腹部皮下脂

肪(S)的横断面积比值进行判定成为客观诊断的金标准,即V/S比值超过0.8者,或内脏脂肪面积在100cm²以上者可视为腹部肥胖^[20]。之后,Aemellini^[11]提出并建立了规范的B型超声方法诊断腹部肥胖,与CT诊断的腹部肥胖高度相关,且安全、无创、无放射线,有很好的可重复性。之后,有些学者又将该超声方法与磁共振技术、CT技术、双能X线技术、电阻抗法测定技术和身体形态学测量等多种方法进行综合比较,发现超声方法测量与CT金标准比较一致度达到74%。超声测量腹部肥胖评价代谢综合征比腰围更好^[21-23]。因此,我们在本研究中采用超声法测定腹内脂肪变化,结果发现,长期腹部电刺激训练可以显著减少腹内脂肪,降低腰围并改善BMI,同时提高腹直肌厚度,可以健美减脂。

肥胖治疗以综合治疗、长期坚持、保障健康为不变的原则。但肥胖者往往因各种原因而减肥失败,尤其是中年肥胖、腹部脂肪过多为主者减肥瘦身困难更大。寻求安全、方便、有效、易于坚持的控制方法十分必要。本研究首次应用神经肌肉电刺激训练方法长期干预中年女性腹部肥胖取得了显著效果,不仅降低了体重、BMI、腰围和臀围,更重要的是减少了腹内脂肪的积累,增强了腹壁运动能力,对防治肥胖及其相关的代谢综合征有重要意义。研究中发现,与我们的预期相反,神经肌肉电刺激训练没有显著减少腹壁脂肪量,而是增加了腹直肌的厚度,推测腹部神经肌肉电刺激训练可能通过增加腹直肌的收缩促进了内脏的活动,加速了内脏周围脂肪的分解,减低了内脏脂肪量,腹直肌的持续性收缩及继发的腹肌力量增强是降低腹内脂肪的原动力。而腹肌收缩本身对局部皮下脂肪的消耗不足以减肥。肌肉持续中低强度收缩主要消耗肌内TG,而肌内TG来源于腹内脂肪分解的自由脂肪酸和全身来源的自由脂肪酸^[24],因此,可能是较显著降低腹内脂肪的原因之一。此外,先前研究表明,直接电刺激空肠肌肉收缩可以加快肠排空并减少脂肪的吸收^[7],直接电刺激胃壁神经肌肉可增加饱腹感、降低食欲,使促食欲素发生适应性变化^[6],是否经皮神经肌肉电刺激能够产生相似的变化?或是通过神经内分泌实现?还需进一步研究证实。运动训练可以增强全身的运动能力,降低腹部脂肪和血浆游离脂肪酸,改善胰岛素抵抗,是否电刺激训练腹部同样起到了运动训练的作用,机制类似?有待进一步研究。

在整个训练过程中,没有发生任何不良反应,受试者普遍反映训练中局部舒适,训练后身体有紧迫感、精神,腹胀、便秘减少,可以作为腹部肥胖综合治

疗中的方法之一。在预实验中我们发现, 餐后立即进行训练及电极片贴得太靠近胸部, 受试者可有不适感觉。因此, 提示腹泻、餐后不宜进行训练。但我们的样本量相对较小, 若应用于临床, 还需作大样本的实验观察其安全性及适应证。

4 结论

长期低频神经肌肉电刺激训练和减肥康复教育相结合可以显著改善中年女性单纯性腹部肥胖者身体形态, 降低腹内脂肪含量, 效果明显优于单纯的康复减肥教育。

参考文献

- [1] WHO/NuT/NCD. Obesity: preventing and managing the global epidemic report of WHO consultation on obesity GNEVA: WHO. 1997.3—5.
- [2] 武阳丰. 肥胖: 必须引起国人重视的流行病[J]. 中华流行病学杂志, 2004, 23(1): 3—4.
- [3] Despres JP, Lemieux I, Homme DP. Treatment of obesity: need to focus on high risk abdominally obese patients [J]. BMJ, 2001, 322(7288): 716—720.
- [4] Shakir YA, Samsioe G, Nyberg P, et al. Do sex hormones influence features of the metabolic syndrome in middle-aged women? A population-based study of Swedish women: the Women's Health in the Lund Area (WHILA) Study [J]. Fertil Steril, 2007, 88(1): 163—171.
- [5] 田德润, 李晓东. 经皮神经电刺激治疗超重和肥胖症的初步研究[J]. 北京大学学报 (医学版), 2003, 35(3): 277—279.
- [6] Shikora SA. Implantable gastric stimulation for weight loss [J]. J Gastrointest Surg, 2004, 8(4): 408—412.
- [7] Sun Y, Chen J. Intestinal Electric Stimulation Decreases Fat Absorption in Rats: Therapeutic Potential for Obesity [J]. Obes. Res, 2004, 12: 1235—1238.
- [8] 燕铁斌. 神经肌肉电刺激及其临床应用 [J]. 国家继续教育, 2006, 20(30): 30—33.
- [9] 中国肥胖问题工作小组数据汇总分析协作组. 我国成人体重指数和腰围对相关疾病危险因素异常的预测价值: 适宜体重指数和腰围切点的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2002, 23: 5—10.
- [10] 国家体育总局群体司, 国家国民体质监测中心. 2000 年国民体质研究报告. 第 1 版. 北京: 人民体育出版社, 2003. 5—87, 188—213.
- [11] Armellini F, Zamboni M, Rigo L. Sonography detection of small intraabdominal fat variations [J]. Int J Obes, 1991, 15: 847.
- [12] 贾树蓉, 李世荣. 超声显像在国人肥胖检测中的应用 [J]. 中国实用美容整形外科杂志, 2004, 15(5): 257—259.
- [13] 邹大进主编. 实用临床肥胖病学[M]. 第 1 版. 北京: 中国医药科技出版社, 1999. 71.
- [14] Arouue LJ. Classification of Obesity and Assessment of Obesity-related health risks [J]. Obesity Research, 2002, 10 (Suppl. 2): 105—115.
- [15] The Asia-Pacific perspective: redefining Obesity and its treatment. WHO, IOTF/IASO, 2000.
- [16] 台湾肥胖学会编著. 肥胖临床诊断与治疗[M]. 台湾: 肥胖医学会, 1993.
- [17] Vague J. The degree of masculine differentiation of obesities: a factor determining predisposition to diabetes atherosclerosis gout and uric calculous disease [J]. Am J Clin Nutr, 1956, 4: 20—34.
- [18] 王国祥, 李长宏. 内脏脂肪型肥胖症与运动疗法[J]. 中国临床康复, 2004, 8(33): 7524—7525.
- [19] Kissebah AH, Vydellingum N, Murray R, et al. Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity [J]. J Clin Endocrinol Metab, 1982, 54(2): 254—260.
- [20] Rossner S, Bo WJ, Hiltbrandt E, et al. Adipose tissue determinations in cadavers a comparison between cross-sectional planimetry and computed tomography [J]. Int J Obes Relat Metab Disord, 1990, 14: 893—902.
- [21] Ribeiro-Filho F, Faria AN, Azjen S, et al. Methods of estimation of visceral fat: advantages of ultrasonography [J]. Obesity Research, 2003, 11(12): 1488—1493.
- [22] Koda M, Senda M, Kamba M, et al. Sonographic subcutaneous and visceral fat indices represent the distribution of body fat volume [J]. Abdom Imaging, 2007, 32: 387—392.
- [23] Stolk R, Meijer R, Mali WPTM, et al. Ultrasound measurements of intraabdominal fat estimate the metabolic syndrome better than do measurements of waist circumference [J]. Am J Clin Nutr, 2003, 77: 857—860.
- [24] Boden G, Lebed B, Schatz M, et al. Effects of acute changes of plasma free fatty acids on intramyocellular fat content and insulin resistance in healthy subjects [J]. Diabetes, 2001, 50: 1612—1617.
- [9] von Schroeder HP, Coutts RD, Lyden PD, et al. Gait parameters following stroke: a practical assessment [J]. J Rehab Res Dev, 1995, 32: 25—31.
- [10] 郑玉慧, 詹瑞棋, 江宁, 等. 中风病人肌肉痉挛状态之肌电评价 [J]. 中华复健杂志, 1994, 22(2): 91—97.
- [11] 戴慧寒, 王健, 杨红春, 等. 脑卒中患者四肢肌肉的表面肌电信号特征研究 [J]. 中国康复医学杂志, 2004, 19(8): 581—583.
- [12] 齐瑞, 严隽陶, 房敏, 等. 脑卒中偏瘫患者肱二、三头肌表面肌电特征的研究 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2006, 28(6): 399—401.
- [13] 朱燕, 齐瑞, 张宏, 等. 恢复期脑卒中患者肘屈伸肌群最大等长收缩的表面肌电图研究 [J]. 中国康复, 2006, 5: 308—310.
- [14] Ricamato AL, Hidler JM. Quantification of the dynamic properties of EMG patterns during gait [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2005, 15(4): 384—392.
- [4] Dalla TE, Sparapallione D, Pistorio A, et al. Myoelectric manifestations of muscle changes in stroke patients [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82: 661—665.
- [5] Lei M, Wang ZZ. The study advances and prospects of processing surface EMG signal in prosthesis control [J]. Chin J Med Instrum, 2001, 25: 156—160.
- [6] Lamontagne A, Richards CL, Malouin F. Coactivation during gait as an adaptive behavior after stroke [J]. Journal of Electromyography and Kinesiology, 2000, 10: 407—415.
- [7] Lamontagne A, Richards CL, Malouin F. Coactivation during gait as an adaptive behavior after stroke [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2000, 10: 407—415.
- [8] Den Otter AR, Geurts AC, Mulder T, et al. Abnormalities in the temporal patterning of lower extremity muscle activity in hemiparetic gait [J]. Gait & Posture, 2007, 25: 342—352.

(上接 25 页)

treatment [J]. Electromyogr Clin Neurophysiol, 1991, 31: 127—127.