

·运动人体科学·

低强度激光结合有氧运动对肥胖女大学生的减肥作用

刘晓光, 崔方方, 卢建亮

(华南师范大学 体育科学学院, 广东 广州 510006)

摘 要: 探讨低强度激光照射结合有氧运动的人体减肥效果。将 24 名肥胖女大学生随机分为 3 个组, 每组 6 人, 即单纯运动组、单纯激光组、激光结合运动组。采用跑台上坡走(5°, 4.5 km/h, 30 min)方式进行运动, 以 810 nm 半导体激光在神阙、天枢(双)、承扶和伏兔穴进行照射(1 592 mW/cm², 每穴 4 min)。各组减肥干预每周 3 次, 共 6 周, 试验前后检测体重、体重指数(BMI)、体脂百分比、腰围、大腿围、血清甘油三脂和总胆固醇。结果发现, 各组的体重、BMI、体脂百分比、腰围和大腿围度试验后均显著下降, 激光结合运动组和单纯激光组的血清总胆固醇也显著下降, 在 3 个组中, 激光结合运动组的体重、BMI、体脂百分比和腰围的降幅最大。结果表明, 低强度激光照射结合有氧运动能够明显减少体脂、降低体重, 其减肥效果显著优于单纯低强度激光照射和单纯有氧运动。

关 键 词: 运动生物化学; 低强度激光; 有氧运动; 减肥; 大学生

中图分类号: G804.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7116(2012)04-0129-05

Effect of low intensity laser irradiation coupled with aerobic exercising on the weight losing of fat college girls

LIU Xiao-guang, CUI Fang-fang, LU Jian-liang

(School of Physical Education, South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: In order to probe into the effect of low intensity laser irradiation coupled with aerobic exercising on human body weight losing, the authors randomly divided 24 fat college girls into 3 groups (6 girls per group), namely, a pure exercising group, a pure laser irradiation group, and a laser irradiation coupled with exercising group, let the girls do an uphill walking exercise (5°, 4.5km/h, 30min) on a treadmill and have 810nm semi-conductor laser irradiation at Shenque, (both) Tianshu, Chengfu and Futu acupuncture points (1592mW/cm², 4min/point) 3 times a week for totally 6 weeks, measured their body weight, body mass index (BMI), body fat percentage, waistline, thigh circumference, and triglyceride and total cholesterol in serum before and after experiment, and revealed the following findings: the body weight, BMI, body fat percentage, waistline, thigh circumference of the girls in all the groups decreased significantly after experiment, the total cholesterol in serum of the girls in the laser irradiation coupled with exercising group and the pure laser irradiation group decreased significantly as well; among the girls in the 3 groups, the girls in the laser coupled with exercising group had the biggest decrease in body weight, BMI, body fat percentage and waistline. The said findings indicated that low intensity laser irradiation coupled with aerobic exercising could significantly reduce body fat and body weight, its weight losing effect was significantly better than that of pure low intensity laser irradiation and pure aerobic exercising.

Key words: sports biochemistry; low intensity laser irradiation; aerobic exercising; lose weight; college student

随着社会经济的发展, 人们生活的改善, 肥胖发生率越来越高, 肥胖症会严重影响患者的身心健康,

收稿日期: 2012-04-13

基金项目: 广东省科技计划项目(2011B031600006)。

作者简介: 刘晓光(1962-), 男, 副教授, 博士, 研究方向: 激光运动医学、运动损伤与康复。

需积极地进行防治。已有的减肥方法主要包括运动、节食、药物、针灸和手术等,它们均有一定的局限性,目前还没有一种效果显著、人们普遍愿意接受的减肥方法^[1]。

低强度激光疗法减肥的研究目前还较少,Neira 等^[2]2002 年首先报道了半导体激光对脂肪组织的溶脂作用,国外由此而研发了专门的激光溶脂机,用于辅助吸脂手术^[3]。有学者通过随机性临床试验发现,低强度激光穴位照射可以提高节食和电针的减肥效果^[4-6],另有研究表明,低强度激光咽部和鼻腔内照射也能够降低血脂水平^[7-8]。

运动减肥疗效确切,但见效慢,身体易疲劳,关节易发生疼痛,许多肥胖者不愿接受,或难以长期坚持。低强度激光有溶脂和降血脂作用,而有氧运动能够分解消耗脂肪,两者在减肥方面可能具有协同作用,为了探求安全、高效、易于接受的减肥方法,我们对低强度激光结合有氧运动的减肥效果进行了研究。

1 研究对象与方法

1.1 受试者与分组

募集 24 名华南师范大学在读肥胖女大学生,肥胖判断标准:体重指数(BMI) $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ 且体脂百分比 $\geq 30\%$ 。受试者年龄 19~25 岁,身高 150~167 cm,体重 56.4~115.9 kg,随机分为 3 个组:单纯运动组、单纯激光组、激光结合运动组,每组 8 名。各组在试验前的体重、BMI 和体脂百分比差异均无显著性。单纯运动组只进行有氧运动,单纯激光组只接受低强度激光照射,激光结合运动组在低强度激光照射后再接着进行有氧运动,各组减肥干预每周 3 次,共进行 6 周。

1.2 有氧运动方法

在意大利生产的 Technogym D140 跑台上进行快速上坡走,坡度 5°,步速 4.5 km/h,持续运动 30 min,运动前进行 5 min 的准备活动,运动后进行 5 min 的整理活动。

1.3 激光照射方法

采用广州市激光技术应用研究所生产的 LD-1 型半导体激光器进行激光照射,激光波长 810 nm,光斑直径 4 mm,照射功率 200 mW,功率密度 1 592 mW/cm²,照射腹部的神阙和左、右天枢穴,以及右侧大腿的承扶和伏兔穴,共 5 个穴,每穴 4 min,剂量为 382 J/cm²,每次共照射 20 min。

1.4 指标检测

在试验前、后检测身高、体重、BMI、体脂百分比、腰围、两侧大腿围,血清甘油三酯和总胆固醇。体重、BMI 和体脂百分比以韩国产的 Inbody 3.0 体成分分析仪进行测定,测量腰围以过脐水平线为准,测量大腿围以过臀纹的水平线为准。血清甘油三酯和总胆固醇采用酶联试剂比色法进行测定。

1.5 统计学分析

采用 SPSS16.0 统计软件进行分析,所有数据以均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。用配对 *t* 检验进行试验前后的减肥效果分析以及比较自身左、右侧大腿围的变化,用单因素方差分析比较各组之间的效果差异,显著性水平为 $P < 0.05$,非常显著性水平为 $P < 0.01$ 。

2 结果及分析

2.1 各组试验前后体重和体成分的变化

经过 6 周的减肥干预,单纯运动组、单纯激光组和激光结合运动组的体重分别平均下降 1.61、1.51 和 4.01 kg,下降幅度分别为 2.3%、2.3%和 5.5%;3 组的 BMI 则分别平均下降 0.64、0.61 和 1.54;体脂百分比则分别平均下降 1.40%、1.85%和 2.51%(见表 1)。各组试验前后的体重、BMI 和体脂百分比差异均具有非常显著性意义($P < 0.01$)。

激光结合运动组的体重、BMI 和体脂百分比下降程度明显大于其它两组,差异非常显著($P < 0.01$)。单纯激光组的体脂百分比下降程度大于单纯运动组,差异显著($P < 0.05$)。

表 1 低强度激光照射和有氧运动对体重、体重指数和体脂百分比($\bar{x} \pm s$)的影响

组别	体重/kg			BMI/(kg·m ⁻²)			体脂百分比/%		
	实验前	试验后	前后差值	实验前	试验后	前后差值	实验前	试验后	前后差值
单纯运动组	69.74 \pm	68.13 \pm	1.61 \pm	27.31 \pm	26.68 \pm	0.64 \pm	37.60 \pm	36.20 \pm	1.40 \pm
	10.87	11.80 ¹⁾	1.11	3.17	3.29 ¹⁾	0.45	2.89	3.45 ¹⁾	0.98
单纯激光组	66.16 \pm	64.65 \pm	1.51 \pm	27.06 \pm	26.45 \pm	0.61 \pm	37.11 \pm	35.26 \pm	1.85 \pm
	13.70	12.79 ¹⁾	1.16	3.60	3.29 ¹⁾	0.45	3.48	3.29 ¹⁾	1.05
激光+运动组	73.40 \pm	69.39 \pm	4.01 \pm	28.56 \pm	36.20 \pm	1.54 \pm	37.90 \pm	35.39 \pm	2.51 \pm
	17.63	17.22 ¹⁾	1.99 ²⁾	5.51	3.45 ¹⁾	0.74 ²⁾	4.42	4.37 ¹⁾	1.02 ²⁾

1)与试验前比较, $P < 0.01$; 2)激光结合运动组与单纯运动组、单纯激光组比较, $P < 0.01$

2.2 各组试验前后腰围和大腿围的变化

经过6周的减肥干预,单纯运动组、单纯激光组和激光结合运动组的腰围分别平均减少1.71、3.03和5.35 cm,减幅分别为1.9%、3.4%和5.8%。3组的左侧大腿围则分别平均减少1.41、1.69和2.48 cm,右侧大腿围则分别平均减少1.31、1.89和2.36 cm(见表2)。各组的腰围和左、右侧大腿围试验前后自身比较,差

异均具有显著性($P<0.05$)或非常显著性($P<0.01$)。

激光结合运动组的腰围减小程度明显大于其它2组,差异具有非常显著性($P<0.01$),激光结合运动组的左、右侧大腿围减小程度也大于其它两组,但差异无显著意义($P>0.05$)。在所有各组,左、右侧大腿围之间的差异均不显著($P>0.05$)。

表2 低强度激光照射和有氧运动对腰围和左、右侧大腿围($\bar{x} \pm s$)的影响

cm

组别	腰围			左侧大腿围			右侧大腿围		
	实验前	试验后	前后差值	实验前	试验后	前后差值	实验前	试验后	前后差值
单纯运动组	90.19±	88.48±	1.71±	62.04±	60.63±	1.41±	62.14±	60.83±	1.31±
	6.99	7.12 ¹⁾	1.44	5.95	6.30 ¹⁾	1.34	6.63	6.94 ¹⁾	0.75
单纯激光组	88.96±	85.94±	3.02±	61.34±	59.65±	1.69±	61.60±	59.71±	1.89±
	10.33	9.69 ²⁾	1.74	6.48	5.57 ¹⁾	1.81	6.00	4.60 ¹⁾	1.89
激光+运动组	92.85±	87.50±	5.35±	61.94±	59.46±	2.48±	61.90±	59.54±	2.36±
	12.27	12.37 ²⁾	1.63 ³⁾	6.98	6.15 ²⁾	1.29	5.71	5.05 ²⁾	1.06

1)与自身试验前比较, $P<0.05$; 2) $P<0.01$; 3)激光结合运动组与单纯运动组、单纯激光组比较, $P<0.01$

2.3 各组试验前后血脂的变化

6周的减肥干预后,单纯运动组、单纯激光组和激光结合运动组的血清总胆固醇分别平均下降0.33、0.58和0.65 mmol/L(见表3),单纯激光组在试验前后的

差异具有非常显著意义($P<0.01$),激光结合运动组在试验前后的差异具有显著意义($P<0.05$)。在甘油三酯方面,各组试验前后的数据均无显著性差异。

表3 低强度激光照射和有氧运动对血脂($\bar{x} \pm s$)的影响

mmol/L

组别	甘油三酯			总胆固醇		
	实验前	试验后	前后差值	实验前	试验后	前后差值
单纯运动组	0.73±0.18	0.82±0.31	-0.09±0.29	4.00±0.49	3.67±0.49	0.33±0.56
单纯激光组	0.90±0.48	0.98±0.38	-0.08±0.29	4.75±1.17	4.17±1.18 ²⁾	0.58±0.33
激光+运动组	0.72±0.24	0.73±0.27	-0.01±0.14	4.71±0.57	4.06±0.32 ¹⁾	0.65±0.65

1)与自身试验前比较, $P<0.05$; 2) $P<0.01$

3 讨论

3.1 有氧运动的减肥作用

有氧运动能够增加机体能量消耗,调节内分泌代谢,降低体脂含量。以中、低强度有氧运动进行减肥的方法得到了多数人的认同,但也有学者持不同的意见。梁玉等^[9]研究了中、低强度有氧运动对8名青年单纯性肥胖者的减肥效果,结果发现,与60%最大摄氧量运动强度相比,肥胖者采用40%最大摄氧量运动强度进行运动时能更大程度地动员脂肪供能,而且主观体力感觉也易于接受。但Tremblay等^[10]的研究显示,大强度间歇运动减肥效果比低强度有氧运动效果要好。

美国运动医学院推荐以下运动减肥方案:3~6代谢当量(METs),30 min/次,7次/周^[11]。本研究采用上坡走的有氧运动方式,坡度5°,速度4.5 km/h,30 min/次,

3次/周,运动强度经公式计算约为5 METs^[12],经过6周的减肥,单纯运动组的体重平均下降2.3%,体脂百分比平均下降1.4%,同时腰围和大腿围度均明显减小,但血脂水平没有明显变化,结果表明,本试验中的快走运动具有减肥作用,但由于运动频度较低,减肥效果较小。

以有氧代谢为主的运动减肥在实践中面临的主要问题是难以长久坚持和容易导致关节疼痛。低强度有氧运动时,要达到大量消耗脂肪的目的,一般时间都比较长,肥胖者可能因为时间成本太大或感到枯燥、厌倦而难以坚持下去。大强度有氧运动时,出汗多、容易疲劳,肥胖者可能因为怕苦、怕累而难以坚持下去。在跑步减肥过程中,下肢关节疼痛是普遍的问题,体重和运动速度越大,疼痛发生率越高。

3.2 低强度激光照射的减肥作用

低强度激光局部照射对体重、体脂含量及其分布有何影响,目前研究报道不多。一些研究者将低强度激光穴位照射与节食、电针方法相结合进行减肥,取得了较好的结果,他们认为,低强度激光穴位照射是通过调理经络、调节神经内分泌功能而达到减肥作用的^[4-6]。

Hu 等^[4]观察了低强度激光照射加饮食控制对单纯性肥胖症的减肥效果。照射双耳的胃穴、饥饿穴,以及天枢、水道、丰隆、大横、水分穴,每穴 10 min, 3 次/周,共 4 周,结果发现,治疗后患者体重平均下降 3.17 kg, BMI 平均降低 1.22 kg/m²。Wozniak 等^[5]则比较了节食加激光照射(900 Hz, 24 mW, 每穴 150 s, 2 次/周)与单纯节食的减肥效果,照射中脘、天枢、足三里、太冲、内关、神门穴,他们发现节食加激光照射的减肥效果比单纯节食更好。艾炳蔚等^[6]比较了电针加低强度激光照射与单纯电针的减肥效果,照射神阙穴以及腹部脂肪较多处,波长 650 nm, 功率 5 mW, 每次 30 min, 5 次/周,共治疗 6 周,其结论是低强度激光腹部照射能够增加电针的减肥效果。

本研究探讨了 810 nm 半导体激光腹部和腿部照射(200 mW, 每穴 4 min, 共 20 min, 3 次/周)的减肥效果,试验过程中,除要求避免暴饮暴食外,未对受试者的饮食进行特别控制。经过 6 周的减肥试验,单纯激光组的体重平均下降 1.51 kg,降幅 2.3%,体脂百分比平均下降 1.85%,同时腰围和大腿围度均明显减小,血清总胆固醇也明显降低,结果表明,单纯的低强度半导体激光穴位照射具有明确的减肥效果。根据以往针刺减肥研究的结果^[13],本研究以肥为膺,循任脉、胃经和膀胱经取穴,选取了腹部的神阙、天枢穴以及右侧大腿的承扶和伏兔穴进行激光照射。神阙穴属任脉,位于肚脐中央,腹壁下动、静脉在其下走行,照射神阙穴有可能对腹壁下动、静脉中的血液产生影响,而天枢和伏兔穴均属胃经,位于脂肪较肥厚处,承扶穴属膀胱经,也位于脂肪较肥厚处,照射天枢、伏兔、承扶穴可以调节胃经和膀胱经功能,也容易对脂肪组织发挥影响。改变激光照射参数和照射部位对减肥效果有何影响有待于进一步探讨。

激光穴位照射的减肥机理目前仍不清楚。激光既可能通过穴位刺激产生全身效应,也可能直接作用于脂肪组织而产生局部效应。本试验在大腿部位仅照射了右侧的承扶和伏兔穴,而左、右大腿围度照射后均同样程度地减小,这说明激光穴位照射具有全身效应,可能是通过调节神经内分泌而起作用的。肥胖者往往有植物神经功能紊乱,研究表明,激光穴位照射具有

调节植物神经功能的作用^[14],植物神经功能内稳态的建立及品质提升有助于提高机体适应应激或压力的能力^[15]。Caruso-Davis 等^[16]研究了低强度激光对健康人腹部脂肪的作用,结果发现非穴位的腹部照射可以明显减少腰围,这表明低强度激光照射具有局部作用。

3.3 低强度激光照射结合有氧运动的减肥作用

经 6 周的减肥干预,激光结合运动组的体重平均下降 5.5%,体脂百分比平均下降 2.51%,腰围平均减小 5.8%,大腿围度和血清总胆固醇也有不同程度的减少,减肥效果明显优于单纯运动组和单纯激光组,结果表明,低强度激光照射与有氧运动相结合能显著提高减肥效果,两者相结合既能增加激光减肥效果也能增加运动减肥效果。

Neira 等^[12]首先报道了半导体激光对人体脂肪组织的作用。他们用 3 种不同剂量的半导体激光(波长 635 nm)对人体腹部脂肪进行照射,功率为 10 mW,时间分别为 2、4 和 6 min,剂量分别为 1.2、2.4 和 3.6 J/cm²,照射后切取脂肪标本进行电镜和光镜检查,结果发现,激光照射可致脂肪细胞膜穿孔,细胞内脂肪溢出到细胞外间隙,经 4 min 照射,脂肪细胞内 80%的内容物被释出,照射 6 min 则释出 99%。Medrado 等^[17]和刘煜昊等^[18]在动物实验中证实了低强度半导体激光和 He-Ne 激光的溶脂作用,并发现脂肪溶解量随着照射时间及照射强度的增加而增大。

激光溶脂后,脂肪进入局部组织间隙内,进入组织间隙的脂肪如果在一段时间内不能被消耗清除掉,则可能会重新进入脂肪细胞。激光辅助吸脂术采用负压方法将激光液化的脂肪吸取出来,该技术目前已在临床上得到较广泛的应用^[3]。在本研究中,让患者在接受低强度激光照射后接着进行有氧运动,这样可能使它们发挥协同作用,一方面,有氧运动将激光溶解的脂肪消耗掉,可以提高低强度激光的减肥作用,另一方面,低强度激光照射先将脂肪动员出来,可以降低运动减肥对运动强度和运动时间的要求,避免过度运动带来的不良反应。

低强度激光照射和有氧运动都能降低肥胖女大学生的体重、BMI、体脂百分比、腰围和大腿围度,均是有效的减肥方法。低强度激光照射结合有氧运动的减肥效果显著优于单纯低强度激光照射和单纯有氧运动,这种结合减肥疗法安全、效果佳,患者容易接受。

参考文献:

- [1] 沈超, 韩阳. 肥胖干预方法研究进展[J]. 浙江预防医学, 2007, 19(7): 66-68.

- [2] Neira R, Arroyave J, Ramirez H, et al. Fat liquefaction: effect of low-level laser energy on adipose tissue [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2002, 110: 912-922.
- [3] 杨勇, 于静, Prochazka T, 等. 激光溶脂技术的临床应用[J]. *中国美容医学*, 2006, 15(12): 1359-1360.
- [4] Hu W L, Chang C H, Hung Y C. Clinical observations on laser acupuncture in simple obesity therapy[J]. *Am J Chin Med*, 2010, 38(5): 861-867.
- [5] Wozniak P, Stachowiak G, Pięta-Dolińska A, et al. Laser acupuncture and low-calorie diet during visceral obesity therapy after menopause[J]. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2003, 82: 69-73.
- [6] 艾炳蔚, 陈丹. 电针结合激光治疗单纯性肥胖的临床研究[J]. *中国中医药现代远程教育*, 2009, 7(11): 207-209.
- [7] 杜宝琮, 杜宝民, 翟桂琴. 圆偏振半导体激光口咽部照射对高粘血症、高脂血症的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2002, 24(8): 475-477.
- [8] 池景泉, 胡桂芳, 林湘, 等. 低强度激光鼻腔照射对血脂异常作用的研究[J]. *激光生物学报*, 2005, 14(4): 265-268.
- [9] 梁玉, 何玉秀, 张丽芳, 等. 肥胖男青年对两种强度有氧运动的生理代谢反应比较[J]. *中国体育科技*, 2006, 42(5): 132-135.
- [10] Tremblay A, Simoneau J A, Bouchard C. Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism [J]. *Metabolism*, 1994, 3(7): 814-818.
- [11] Donnelly J E, Blair S N, Jakicic J M, et al. American college of sports medicine position stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2009, 1(2): 459-471.
- [12] 杨静宜, 戴红. 体疗康复[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 1996: 62-63.
- [13] 毛珍, 徐斌. 针灸治疗单纯性肥胖病有效穴位分析[J]. *山东中医杂志*, 2007, 26(6): 397-399.
- [14] 刘承宜, 朱平. 低强度激光鼻腔内照射疗法[M]. 北京: 人民军医出版社, 2009: 375-384.
- [15] Sloan R P, Huang M H, Sidney S, et al. Socio-economic status and health: is parasympathetic nervous system activity an intervening mechanism?[J]. *Int J Epidemiol*, 2005, 34(2): 309-315.
- [16] Caruso-Davis M K, Guillot T S, Podichetty V K, et al. Efficacy of low-level laser therapy for body contouring and spot fat reduction[J]. *Obes Surg*, 2011, 21(6): 722-729.
- [17] Medrado A P, Trindade E, Reis S R, et al. Action of low-level laser therapy on living fatty tissue of rats[J]. *Lasers Med Sci*, 2006, 21: 19-23.
- [18] 刘煜昊, 葛海燕, 李淑萍, 等. 低能量激光溶脂技术基础研究[J]. *应用激光*, 2008, 28(1): 80-83.

