

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2022.08.007  
文章编号: 1005-8982 (2022) 08-0033-06

实验研究·论著

## 不同层次穴位埋线调节单纯性肥胖大鼠 外周脂肪代谢的机制研究\*

郑宇皓<sup>1</sup>, 申苗銜<sup>2</sup>, 伍先明<sup>1</sup>, 莫倩<sup>1</sup>, 杨硕<sup>2</sup>

(1. 贵州中医药大学, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州中医药大学第二附属医院,  
贵州 贵阳 550001)

**摘要:** **目的** 探讨不同层次穴位埋线调节单纯性肥胖外周脂肪代谢的机制。**方法** 将60只SD雄性大鼠随机分为对照组(A组)10只普通饲料喂养,模型组50只高脂饲料喂养。模型复制成功后,将模型组大鼠随机分为空白组(B组)、脂肪层埋线组(C组)、肌肉层埋线组(D组)、脂肪层埋线+AG490组(E组)、肌肉层埋线+AG490组(F组),每组10只。给予不同的埋线治疗后,比较各组JAK2、STAT3、SOCS3、LEP-R mRNA和蛋白相对表达量。**结果** B、E、F组脂肪组织JAK2、STAT3 mRNA和蛋白相对表达量低于A组( $P < 0.05$ ); C、D组JAK2、STAT3 mRNA和蛋白相对表达量高于B组( $P < 0.05$ ); E、F组与B组脂肪组织JAK2、STAT3 mRNA和蛋白相对表达量比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); D、E、F组JAK2、STAT3 mRNA和蛋白相对表达量低于C组( $P < 0.05$ ); E、F组JAK2、STAT3 mRNA和蛋白相对表达量低于D组( $P < 0.05$ )。B、C、D、E、F组脂肪组织SOCS3 mRNA相对表达量高于A组( $P < 0.05$ ); B、E、F组脂肪组织SOCS3蛋白相对表达量高于A组( $P < 0.05$ ); C、D组SOCS3 mRNA和蛋白相对表达量低于B组( $P < 0.05$ ); E、F组与B组脂肪组织SOCS3 mRNA和蛋白相对表达量比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); D、E、F组SOCS3 mRNA和蛋白相对表达量高于C组( $P < 0.05$ ); E、F组SOCS3 mRNA和蛋白相对表达量高于D组( $P < 0.05$ )。B、E、F组脂肪组织LEP-R mRNA相对表达量低于A组( $P < 0.05$ ); C、D组脂肪组织LEP-R mRNA相对表达量高于A组( $P < 0.05$ ); B、D、E、F组脂肪组织LEP-R蛋白相对表达量低于A组( $P < 0.05$ ); C、D组LEP-R mRNA和蛋白相对表达量高于B组( $P < 0.05$ ); D、E、F组LEP-R mRNA和蛋白相对表达量低于C组( $P < 0.05$ ); E、F组LEP-R mRNA和蛋白相对表达量低于D组( $P < 0.05$ )。**结论** 脂肪层及肌肉层穴位埋线可以通过JAK2/STAT3信号通路使瘦素直接参与外周脂肪的代谢调节。

**关键词:** 单纯性肥胖; 穴位埋线; 瘦素; JAK2/STAT3; 大鼠

**中图分类号:** R589.2; R244

**文献标识码:** A

## Mechanism underlying the regulation of peripheral fat metabolism via acupoint catgut embedding at different layers in rat models of simple obesity\*

Yu-hao Zheng<sup>1</sup>, Miao-xian Shen<sup>2</sup>, Xian-ming Wu<sup>1</sup>, Qian Mo<sup>1</sup>, Shuo Yang<sup>2</sup>

(1. Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang, Guizhou 550025, China; 2. The Second Affiliated Hospital of Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang, Guizhou 550001, China)

**Abstract: Objective** To explore the mechanism underlying the regulation of peripheral fat metabolism via acupoint catgut embedding at different layers in rat models of simple obesity. **Methods** Sixty male SD rats were

收稿日期: 2021-12-08

\* 基金项目: 贵州省科技计划项目[No. 黔科合基础(2017)1008]; 第四批全国中医(临床、基础)优秀人才研修项目  
[通信作者] 杨硕, E-mail: 1404326639@qq.com

randomly divided into normal group (group A,  $n = 10$ ) fed with standard diet and model group ( $n = 50$ ) fed with high-fat diet. After successful modeling, the rats in the model group were further divided into group B (untreated), group C (acupoint catgut embedding at fat layer), group D (acupoint catgut embedding at muscle layer), group E (acupoint catgut embedding at fat layer+ AG490 treatment), and group F (acupoint catgut embedding at muscle layer+ AG490 treatment), each with 10 rats. After acupoint catgut embedding at different layers, the mRNA and protein expressions of JAK2, STAT3, SOCS3, and LEP-R were compared among the groups. **Results** The mRNA and protein expressions of JAK2 and STAT3 in adipose tissues of group B, E, and F were lower than those in group A ( $P < 0.05$ ), while they were higher in the group C and D than in the group B ( $P < 0.05$ ). There was no difference in mRNA and protein expressions of JAK2 and STAT3 in adipose tissues among the group E, F and B ( $P > 0.05$ ). The mRNA and protein expressions of JAK2 and STAT3 were lower in group B, E and F than in group C ( $P < 0.05$ ), whereas they were lower in the group E and F relative to those in the group D ( $P < 0.05$ ). The mRNA expression of SOCS3 in adipose tissues of group B, C, D, E and F was higher than that of group A ( $P < 0.05$ ), and the protein expression of SOCS3 in group B, E and F was higher than that in group A ( $P < 0.05$ ). Compared with group B, the mRNA and protein expressions of SOCS3 were higher in group C and D ( $P < 0.05$ ). There was no difference in the mRNA and protein expressions of SOCS3 among the group B, E and F ( $P > 0.05$ ). The mRNA and protein expressions of SOCS3 in group D, E and F were higher than those in group C ( $P < 0.05$ ), and they were higher in the group E and F relative to those in group D ( $P < 0.05$ ). Compared with group A, the mRNA expression of LEP-R in adipose tissues of group B, E and F was lower ( $P < 0.05$ ), while that of group C and D was higher ( $P < 0.05$ ). Besides, the protein expression of LEP-R in adipose tissues of group B, D, E and F was lower than that of group A ( $P < 0.05$ ). The mRNA and protein expressions of LEP-R in the group C and D were higher than those in the group B ( $P < 0.05$ ), while they were lower in the group D, E and F relative to those in the group C ( $P < 0.05$ ). In addition, the mRNA and protein expressions of LEP-R in the group E and F were lower than those in the group D ( $P < 0.05$ ). **Conclusions** Acupoint catgut embedding at the fat layer and muscle layer may directly involve leptin in regulating the peripheral fat metabolism through JAK2/STAT3 signaling pathway.

**Keywords:** simple obesity; acupoint catgut embedding; leptin; JAK2/STAT3; rat

单纯性肥胖是机体由于脂肪堆积过多或分布异常且无明显原发性疾病引起的一种慢性代谢性疾病,与高血压、糖尿病、心脑血管疾病的发病关系密切,并对患者的身心健康造成严重影响<sup>[1-2]</sup>。世界卫生组织统计显示,全球有超过 19 亿成年人超重,其中超过 6 亿人患有肥胖症<sup>[3]</sup>。

穴位埋线疗法是针灸疗法的延伸和发展,其操作过程包含了“穴、针、线”的综合疗法,除有针刺和留针效应外,还能延长刺激时间。其原理是在体内埋置可吸收的蛋白线体,通过线体自身的分解、液化、吸收,达到长效、强刺激的目的。其临床应用日趋广泛,尤其是在治疗单纯性肥胖方面具有潜在优势<sup>[4-7]</sup>。

瘦素的发现是肥胖研究领域的一个里程碑。瘦素是摄食调控网络中的上游因子,通过降低动物食欲、提高能量代谢效率,增加能量消耗,减少脂肪储存而减轻机体重量<sup>[8]</sup>。中枢系统中,瘦素受体(leptin receptor, LEP-R)主要分布在下丘脑;而外周系统也有分布<sup>[9]</sup>。瘦素介导的中枢机制主要为瘦素

与下丘脑长型 LEP-R 结合后,通过 Janus 蛋白络氨酸激酶 2 (janus kinase 2, JAK2)/信号转导和转录激活因子 3 (signal transducer and activator of transcription, STAT3) 途径抑制食欲,增加能量消耗,调节体重<sup>[10-11]</sup>。细胞因子信号抑制蛋白 3 (suppressor of cytokine signaling, SOCS3) 由 JAK2/STAT3 通路激活,而 SOCS3 高表达又反过来抑制该通路的活性,从而形成瘦素抵抗,导致瘦素不能发挥调节人体食欲与能量代谢的作用,因此 SOCS3 是瘦素信号传导中的主要抑制因子<sup>[12]</sup>。以往研究认为瘦素仅由下丘脑中枢介导,随着在外周多种细胞中发现 LEP-R,瘦素的外周直接调节作用逐渐受到广泛关注,如瘦素可通过 JAK2/STAT3 信号通路参与促角质形成细胞增殖的跨膜信号传导,从而促进创面的愈合<sup>[13]</sup>;以及通过血睾屏障作用于 JAK2/STAT3 信号通路,调节脂肪细胞代谢并对雄性生殖功能造成损伤<sup>[14]</sup>;如脂肪细胞中的功能性 LEP-R 提示瘦素可能具有外周自分泌调节功能,能直接调节脂肪细胞代谢,包括抑制脂肪合成、诱导脂肪分解及肥胖形成<sup>[15]</sup>。

本研究在课题组前期研究<sup>[16-17]</sup>的基础上,进一步探讨不同层次穴位埋线调节单纯性肥胖大鼠外周脂肪代谢的机制,并验证JAK2/STAT3信号通路参与瘦素外周直接调节作用。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验动物

1月龄SD雄性大鼠60只,体重(100±20)g,购自第三军医大学实验动物中心,实验动物生产许可证号:SCXK(渝)2017-0002;实验动物使用许可证号:SYXK(黔)2021-0005。饲养于贵州中医药大学实验动物中心,室内温度(20±2)℃,相对湿度50%,12h昼夜循环照明。自由饮食、饮水,普通饲料适应性喂养1周。

### 1.2 主要试剂

兔抗大鼠JAK2单克隆抗体(批号:ab108596)、兔抗大鼠STAT3单克隆抗体(批号ab68153)、兔抗大鼠SOCS3多克隆抗体(批号:ab16030)、兔抗大鼠LEP-R多克隆抗体(批号:ab5593)(美国Abcam公司),AG490(批号:HY-12000/CS-0108,美国MedChemExpress公司),逆转录试剂盒(批号:RR047A,日本TaKaRa公司),BCA蛋白浓度测定试剂盒(批号:500T,北京索莱宝科技有限公司)。

### 1.3 方法

**1.3.1 动物模型的复制与分组** 将60只SD雄性大鼠随机分为对照组(A组)10只、模型组50只。对照组予普通饲料喂养,模型组予高脂饲料喂养。28周后将体重超过对照组大鼠平均体重20%的作为肥胖模型大鼠<sup>[18]</sup>。采用随机数字表法将模型复制成功的大鼠分为空白组(B组)、脂肪层埋线组(C组)、肌肉层埋线组(D组)、脂肪层埋线+AG490组(E组)、肌肉层埋线+AG490组(F组),每组10只。本实验通过贵州中医药大学第二附属医院医学伦理委员会审查(No:2015088)。

**1.3.2 取穴** 取穴参照华兴邦等<sup>[19]</sup>研制的大鼠穴位图谱:双侧天枢、水道、脾俞、胃俞、三焦俞、中脘。

**1.3.3 治疗方法** ①A、B组:每周将大鼠固定在自制大鼠固定器上,不予处理。②C、D组:每周将大鼠固定在自制大鼠固定器上,将3-0医用外科

可吸收羊肠线剪至0.5~2.0mm的长度备用。双手消毒后,戴无菌手套及口罩、帽子,用碘伏消毒相应穴位处,持简易埋线针将羊肠线埋入大鼠相应穴位的脂肪层或肌肉层<sup>[20]</sup>。每周日上午9:00~12:00埋线治疗1次,4次为1疗程。埋线期间,各组大鼠均予普通饲料喂养,自由饮水。③E、F组:埋线操作同C、D组,埋线干预期间每天腹腔注射AG490 1 mg/kg<sup>[21]</sup>。

**1.3.4 脂肪组织采集及检测** 治疗结束后禁食12h,次日用10%水合氯醛腹腔麻醉后(0.3 ml/100 g)处死大鼠,剥离大鼠体内白色脂肪组织。将脂肪组织分装至无酶EP管中,置入-80℃冰箱冷冻保存,进行下一步mRNA和蛋白检测,并严格按照试剂盒说明书进行操作。

### 1.4 统计学方法

数据分析采用SPSS 23.0统计软件。计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,比较用方差分析,进一步两两比较用LSD-*t*检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 各组脂肪组织JAK2 mRNA和蛋白相对表达量比较

A、B、C、D、E、F组脂肪组织JAK2 mRNA和蛋白相对表达量比较,经方差分析,差异有统计学意义( $F = 367.628$ 和 $246.146$ ,均 $P = 0.000$ )。进一步两两比较结果:B、E、F组脂肪组织JAK2 mRNA和蛋白相对表达量低于A组( $P < 0.05$ );C、D组JAK2 mRNA和蛋白相对表达量高于B组( $P < 0.05$ );E、F组与B组脂肪组织JAK2 mRNA和蛋白相对表达量比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );D、E、F组JAK2 mRNA和蛋白相对表达量低于C组( $P < 0.05$ );E、F组JAK2 mRNA和蛋白相对表达量低于D组( $P < 0.05$ )。见表1和图1。

### 2.2 各组脂肪组织STAT3 mRNA和蛋白相对表达量比较

A、B、C、D、E、F组脂肪组织STAT3 mRNA和蛋白相对表达量比较,经方差分析,差异有统计学意义( $F = 13.114$ 和 $139.538$ , $P = 0.000$ 和 $0.001$ )。进一步两两比较结果:B、E、F组脂肪组织STAT3

表 1 各组脂肪组织 JAK2 mRNA 和蛋白相对表达量比较  
( $n=10, \bar{x} \pm s$ )

组别	JAK2 mRNA	JAK2 蛋白
A 组	0.92 ± 0.02	1.07 ± 0.04
B 组	0.80 ± 0.02	0.75 ± 0.03
C 组	1.10 ± 0.01	0.92 ± 0.02
D 组	0.98 ± 0.01	0.86 ± 0.02
E 组	0.81 ± 0.04	0.76 ± 0.02
F 组	0.82 ± 0.02	0.74 ± 0.01
F 值	367.628	246.146
P 值	0.000	0.000

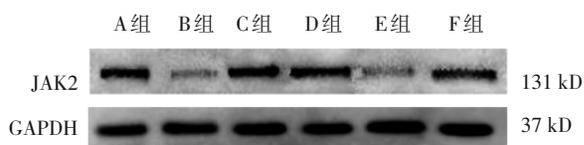


图 1 各组脂肪组织 JAK2 蛋白的表达

mRNA 和蛋白相对表达量低于 A 组 ( $P < 0.05$ ); C、D 组 STAT3 mRNA 和蛋白相对表达量高于 B 组 ( $P < 0.05$ ); E、F 组与 B 组脂肪组织 STAT3 mRNA 和蛋白相对表达量比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); D、E、F 组 STAT3 mRNA 和蛋白相对表达量低于 C 组 ( $P < 0.05$ ); E、F 组 STAT3 mRNA 和蛋白相对表达量低于 D 组 ( $P < 0.05$ )。见表 2 和图 2。

表 2 各组脂肪组织 STAT3 mRNA 和蛋白相对表达量比较  
( $n=10, \bar{x} \pm s$ )

组别	STAT3 mRNA	STAT3 蛋白
A 组	1.00 ± 0.21	1.14 ± 0.06
B 组	0.86 ± 0.03	0.76 ± 0.02
C 组	1.12 ± 0.03	1.00 ± 0.06
D 组	0.97 ± 0.02	0.93 ± 0.02
E 组	0.87 ± 0.02	0.80 ± 0.02
F 组	0.87 ± 0.02	0.82 ± 0.03
F 值	13.114	139.538
P 值	0.000	0.001

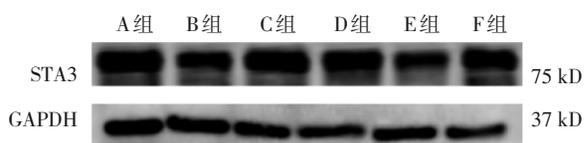


图 2 各组脂肪组织 STAT3 蛋白的表达

### 2.3 各组脂肪组织 SOCS3 mRNA 和蛋白相对表达量比较

A、B、C、D、E、F 组脂肪组织 SOCS3 mRNA 和蛋白相对表达量比较, 经方差分析, 差异有统计学意义 ( $F=45.883$  和  $68.754, P=0.002$  和  $0.001$ )。进一步两两比较结果: B、C、D、E、F 组脂肪组织 SOCS3 mRNA 相对表达量高于 A 组 ( $P < 0.05$ ); B、E、F 组脂肪组织 SOCS3 蛋白相对表达量高于 A 组 ( $P < 0.05$ ); C、D 组 SOCS3 mRNA 和蛋白相对表达量低于 B 组 ( $P < 0.05$ ); E、F 组与 B 组脂肪组织 SOCS3 mRNA 和蛋白相对表达量比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); D、E、F 组 SOCS3 mRNA 和蛋白相对表达量高于 C 组 ( $P < 0.05$ ); E、F 组 SOCS3 mRNA 和蛋白相对表达量高于 D 组 ( $P < 0.05$ )。见表 3 和图 3。

表 3 各组脂肪组织 SOCS3 mRNA 和蛋白相对表达量比较  
( $n=10, \bar{x} \pm s$ )

组别	SOCS3 mRNA	SOCS3 蛋白
A 组	0.83 ± 0.07	0.94 ± 0.04
B 组	1.41 ± 0.02	1.34 ± 0.10
C 组	0.98 ± 0.02	1.03 ± 0.03
D 组	1.14 ± 0.05	1.11 ± 0.04
E 组	1.36 ± 0.12	1.31 ± 0.09
F 组	1.40 ± 0.23	1.30 ± 0.04
F 值	45.883	68.754
P 值	0.002	0.001

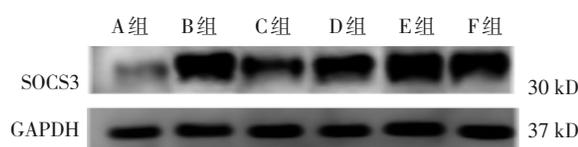


图 3 各组脂肪组织 SOCS3 蛋白的表达

### 2.4 各组脂肪组织 LEP-R mRNA 和蛋白相对表达量比较

A、B、C、D、E、F 组脂肪组织 LEP-R mRNA 和蛋白相对表达量比较, 经方差分析, 差异有统计学意义 ( $F=43.842$  和  $39.776, P=0.001$ )。进一步两两比较结果: B、E、F 组脂肪组织 LEP-R mRNA 相对表达量低于 A 组 ( $P < 0.05$ ); C、D 组脂肪组织 LEP-R mRNA 相对表达量高于 A 组 ( $P < 0.05$ ); B、D、E、F 组脂肪组织 LEP-R 蛋白相对表达量低于 A 组 ( $P < 0.05$ ); C、D 组 LEP-R mRNA 和蛋白相对表达量高于 B 组 ( $P < 0.05$ );

D、E、F组 LEP-R mRNA 和蛋白相对表达量低于 C 组 ( $P < 0.05$ ); E、F 组 LEP-R mRNA 和蛋白相对表达量低于 D 组 ( $P < 0.05$ )。见表 4 和图 4。

表 4 各组脂肪组织 LEP-R mRNA 和蛋白相对表达量比较 ( $n=10, \bar{x} \pm s$ )

组别	LEP-R mRNA	LEP-R 蛋白
A 组	0.93 ± 0.06	0.89 ± 0.04
B 组	0.74 ± 0.07	0.72 ± 0.03
C 组	1.10 ± 0.07	0.85 ± 0.03
D 组	1.00 ± 0.09	0.81 ± 0.03
E 组	0.77 ± 0.07	0.75 ± 0.03
F 组	0.76 ± 0.05	0.79 ± 0.03
F 值	43.842	39.776
P 值	0.001	0.001

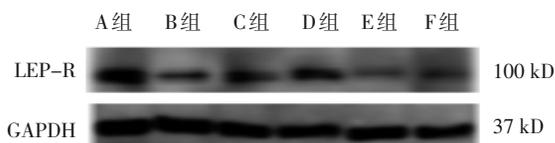


图 4 各组脂肪组织 LEP-R 蛋白的表达

### 3 讨论

肥胖与先天体质、饮食、运动等因素有关,涉及脾、肾、胃三脏。脾胃运化功能障碍,肾气蒸腾水液无力,就会导致水谷精微不能输送到全身,则痰湿膏脂就会聚集在体内,从而形成肥胖。本实验选取双侧天枢、水道、脾俞、胃俞、三焦俞、中脘进行穴位埋线治疗,脾俞为脾之背俞穴,有健脾和胃、利湿升清之功;天枢穴为大肠募穴,有和胃气,通调肠胃之功;中脘穴为胃募穴、腑会,具有良性调理胃肠道的功能;水道能通调水道,利尿消肿;胃俞为胃的背俞穴,可理脾和胃;三焦俞为三焦的背俞穴,疏利三焦、化湿行水。诸穴合用,以达健脾和胃、通调水道,化痰除湿之功。

本研究中,脂肪层埋线组及肌肉层埋线组 JAK2、STAT3、LEP-R mRNA 和蛋白相对表达量相比空白组、肌肉层埋线+AG490 组、脂肪层埋线+AG490 组均明显升高,并且脂肪层埋线组及肌肉层埋线组 SOCS3 mRNA 和蛋白相对表达量与空白组、肌肉层埋线+AG490 组、脂肪层埋线+AG490 组相比均明显降低。脂肪层埋线组 JAK2、STAT3、LEP-R mRNA 和蛋白相对表达量升高与 SOCS3 mRNA 和蛋

白相对表达量降低的幅度均大于肌肉层埋线组。

综上所述,脂肪层及肌肉层穴位埋线可以通过 JAK2/STAT3 信号通路使瘦素直接参与外周脂肪的调节,其机制是通过下调外周脂肪组织中 SOCS3 mRNA 和蛋白相对表达量,上调外周脂肪组织中 LEP-R、JAK2、STAT3 mRNA 和蛋白相对表达量,从而使瘦素直接参与外周脂肪细胞的自分泌代谢,包括抑制脂肪合成、诱导脂肪分解等一系列阻碍肥胖形成的作用,以达到降低单纯性肥胖大鼠体重的目的。通过本实验研究可知脂肪层穴位埋线组 LEP-R、JAK2、STAT3 mRNA 和蛋白相对表达量升高与 SOCS3 mRNA 和蛋白相对表达量降低的幅度均大于肌肉层埋线组,从而进一步印证课题组前期研究得出的脂肪层穴位埋线减肥效果优于肌肉层埋线。课题组对不同层次穴位埋线有较深入的研究,而近期有报道指出穴位埋线在降低腰臀比和体质量指数上,埋线时间间隔 1 周的疗效优于 2 周,且两者不良反应无明显差异<sup>[22]</sup>,故课题组接下来可向不同间隔时间穴位埋线方向进行探索。

### 参考文献:

- [1] NG M, FLEMING T, ROBINSON M, et al., Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the global burden of disease study 2013[J]. Lancet, 2014, 384(9945): 766-781.
- [2] PI-SUNYER F X, The obesity epidemic: pathophysiology and consequences of obesity[J]. Obes Res, 2002, 10(2): 97S-104S.
- [3] CHEN W Y, BALLAND E, COWLEY M A, Hypothalamic insulin resistance in obesity: effects on glucose homeostasis[J]. Neuroendocrinology, 2017, 104(4): 364-381.
- [4] 刘超. 穴位埋线治疗单纯性肥胖单穴与腧穴配伍的临床疗效观察[D]. 长春: 长春中医药大学, 2019: 44.
- [5] 秦元星, 杨硕, 李玉洁, 等. 不同穴位组方埋线治疗肾气不足型单纯性肥胖症的临床疗效观察[J]. 时珍国医国药, 2019, 30(5): 1146-1148.
- [6] 莫倩, 杨硕, 何婷. 不同穴位组方埋线治疗肝郁气滞型单纯性肥胖症的临床观察[J]. 时珍国医国药, 2018, 29(8): 1926-1928.
- [7] 虞逸舒, 董雪莲, 艾炳蔚. 穴位埋线研究现状及相关思考[J]. 针灸临床杂志, 2020, 36(3): 90-93.
- [8] 郭春丽, 赵晓光. 瘦素在肥胖调节中的作用[J]. 医学综述, 2011, 17(1): 44-47.
- [9] ZHANG Y Y, CHUA S. Leptin function and regulation[J]. Compr Physiol, 2017, 8(1): 351-369.
- [10] PARK H K, AHIMA R S. Physiology of leptin: energy homeostasis, neuroendocrine function and metabolism[J].

- Metabolism, 2015, 64(1): 24-34.
- [11] GRUZDEVA O, BORODKINA D, UCHASOVA E, et al. Leptin resistance: underlying mechanisms and diagnosis[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2019, 12: 191-198.
- [12] WUNDERLICH C M, HOVELMEYER N, WUNDERLICH F T. Mechanisms of chronic JAK-STAT3-SOCS3 signaling in obesity[J]. JAK-STAT, 2013, 2(2): e23878.
- [13] 文辉才, 陈雯, 杨红华, 等. 瘦素经 JAK2/STAT3 信号传导对角质形成细胞增殖的作用[J]. 实用医学杂志, 2012, 28(18): 2997-3000.
- [14] CALVINO C, SOUZA L L, COSTA-E-SOUSA R H, et al. Hypothyroidism reduces ObRb-STAT3 leptin signalling in the hypothalamus and pituitary of rats associated with resistance to leptin acute anorectic action[J]. J Endocrinol, 2012, 215(1): 129-135.
- [15] 巫国辉, 赵锋, 袁铿, 等. 瘦素对脂肪细胞的直接调节作用[J]. 中国美容医学, 2007(10): 1346-1349.
- [16] 杨硕, 陈波, 陈盼碧, 等. 不同层次简易穴位埋线对单纯性肥胖的短期影响[J]. 辽宁中医杂志, 2016, 43(2): 376-378.
- [17] 伍先明, 胡孝跃, 孙泽, 等. 不同层次穴位埋线对单纯性肥胖大鼠血脂及瘦素的影响[J]. 时珍国医国药, 2019, 30(12): 3054-3055.
- [18] 霍新慧, 尹改珍, 马琪. 穴位埋线疗法对单纯性肥胖大鼠的影响[J]. 新疆医科大学学报, 2008(1): 31-33.
- [19] 华兴邦, 周浩良. 大鼠穴位图谱的研制[J]. 实验动物与动物实验, 1991(1): 1-5.
- [20] 崔瑾. 路绍祖教授应用简易穴位埋线法的经验[J]. 贵阳中医学院学报, 1998(2): 7-8.
- [21] 谢亮. AG490 对肥胖模型小鼠脂代谢及相关基因表达的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2009, 37(9): 34-38.
- [22] 杨璇, 贺边疆, 孙生琦, 等. 不同间隔时间穴位埋线干预代谢综合征的对比研究[J]. 针刺研究, 2020, 45(1): 62-65.

(童颖丹 编辑)

**本文引用格式:** 郑宇皓, 申苗街, 伍先明, 等. 不同层次穴位埋线调节单纯性肥胖大鼠外周脂肪代谢的机制研究[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(8): 33-38.

**Cite this article as:** ZHENG Y H, SHEN M X, WU X M, et al. Mechanism underlying the regulation of peripheral fat metabolism via acupoint catgut embedding at different layers in rat models of simple obesity[J]. China Journal of Modern Medicine, 2022, 32(8): 33-38.