[22]Kouris A, Platsidaki E, Christodoulou C, et al. Patients'self-esteem before and after chemical peeling procedure[J]. J Cosmet Laser Ther, 2018,20(4):220-222.

[23]Dalgard F, Gieler U, Holm J Ø, et al. Self-esteem and body satisfaction among late adolescents with acne: results from a population survey[J]. J Am Acad Dermatol, 2008, 59(5):746-751.

[24]Lukaviciute L, Ganceviciene R, Navickas P, et al. Anxiety, depression, and suicidal ideation amongst patients with facial dermatoses (acne, rosacea, perioral dermatitis, and folliculitis) in lithuania[J]. Dermatology, 2020,236(4):1-9.

[25]Purvis D, Robinson E, Merry S, et al. Acne, anxiety, depression and suicide in teenagers: A cross-sectional survey of New Zealand secondary school students[J]. J Paediatr Child Health, 2006,42(12):793-796.

[26]Gieler U, Gieler T. Suicidal risk with isotretinoin treatment-a never-ending story[J]. J Eur Acad Dermatol Venereol, 2020,34(6):1131-1133.

[27]Droitcourt C, Nowak E, Rault C, et al. Risk of suicide attempt associated with isotretinoin: a nationwide cohort and nested case-time-control study[J]. Int J Epidemiol, 2019,48(5):1623-1635.

[28]Levis B, Sun Y, He C, et al. Accuracy of the PHQ-2 alone and in combination with the phq-9 for screening to detect major depression: systematic review and meta-analysis[J]. JAMA, 2020, 323(22):2290-2300.

[29]杨婷婷. 影响面部痤疮患者治疗依从性的相关因素分析[J].中国美容医学, 2021,30(2):151-154.

[30]蔡大英, 缪红莉, 林栋羚. 精细化面部护理干预对寻常痤疮患者生活质量及心理状态的影响[J].中国美容医学,2021,30(5):155-158.

[收稿日期]2021-12-09

本文引用格式：吴楠, 朱威, 张海萍. 痤疮患者的心理状态及其对治疗影响的研究进展[J].中国美容医学,2026,35(1):187-190.

基于“脑–肠”轴针灸治疗单纯性肥胖症的机制研究进展

杨蕾 袁秀丽 聂源 金燕 赵庆 综述，康巧 审校

（成都中医药大学附属绵阳医院医学美容科 四川 绵阳 621000）

[摘要]单纯性肥胖症给人体健康及我国社会和经济的发展造成了严峻的挑战，针灸作为一种传统的中医疗法，在治疗单纯性肥胖症方面具有独特优势，并在调节“脑-肠”轴改善肥胖方面具有显著的效果。笔者对近年基于“脑-肠”轴针灸治疗单纯性肥胖症机制的相关研究进行分析与总结，发现针灸可通过调节肠神经系统、自主神经系统和中枢神经系统等治疗单纯性肥胖症，未来研究应借助新技术探索针灸治疗肥胖的新靶点及“脑-肠”轴各物质的内在联系，深入研究针灸治疗单纯性肥胖症的机制。

[关键词]针灸；“脑-肠”轴；肠道菌群；单纯性肥胖症；机制

[中图分类号]R245 [文献标志码]A [文章编号]1008-6455（2026）01-0190-05

Research Progress on the Mechanism of Acupuncture and Moxibustion in the Treatment of Simple Obesity Based on the "Brain-gut" Axis

YANG Lei, YUAN Xiuli, NIE Yuan, JIN Yan, ZHAO Qing, KANG Qiao

(Department of Medical Cosmetology, Mianyang Affiliated Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Mianyang 621000, Sichuan, China)

Abstract: Simple obesity poses a severe challenge to health and the development of our society and economy.Acupuncture and moxibustion, as a traditional Chinese medicine treatment method, has a unique advantage in the treatment of simple obesity, and has a significant effect in modulating the “brain-gut” axis to improve obesity. The author analyzed and summarized the relevant studies on the mechanism of acupuncture and moxibustion in treating simple obesity based on the “brain-gut” axis in recent years, and found that acupuncture and moxibustion treated simple obesity by regulating the enteric nervous system, autonomic

基金项目：四川省自然基金青年基金项目（名称：头针抑制CRF诱导ERK脑肠轴信号活化降低肠道通透性增高改善术后胃肠功能紊乱的分子机制；编号：23NSFSC3491）；四川省中医药管理局科学技术研究专项课题（编号：2020LC0142）

通信作者：康巧，科主任、主任医师；研究方向为中西医结合治疗肥胖等疾病。E-mail：15881660499@163.com

第一作者：杨蕾，主治医师；研究方向为针灸治疗单纯性肥胖病的基础与临床研究。E-mail：380895270@qq.com

nervous system and central nervous system, etc. Future studies should explore new targets of acupuncture and moxibustion in treating obesity and the internal relationship of factors within the “brain-gut” axis axis with the help of new technologies and to further investigate the mechanism of acupuncture in treating simple obesity.

Key words: acupuncture and moxibustion; "brain-gut" axis;gut microbiota;simple obesity; mechanism

单纯性肥胖症是指无明显病因引起的体重过度增加、脂肪堆积的一种状态。社会经济不断发展，人们的生活方式也不断改变，不良的饮食习惯及缺乏运动等导致肥胖问题更加严重，是导致糖尿病、高血压和高脂血症的重要风险因素[1-2]。根据《中国居民营养与慢性病状况报告（2020年）》的数据，我国有1/2以上的成人超重或肥胖，按绝对人口计算，约有6亿人超重和肥胖，居世界首位，危害当代人的生命健康，也给社会和经济的发展造成了严峻的政策挑战和社会负担[3]。针灸作为一种非药物治疗方法，在治疗肥胖症方面具有独特优势，但其具体机制尚不明确。“脑-肠”轴是大脑和胃肠道之间双向调节的复杂网络，包括肠神经系统（Enteric Nervous System，ENS）、中枢神经系统和两者之间的信号传导通路如自主神经系统等[4]。来自胃肠道的能量状态信号通过神经信号传导（如迷走神经传导）或血液循环递至中枢神经系统，再由中枢进行负反馈，把信号经脑干传至胃肠系统，引起胃肠道相应激素水平的变化[4-5]。针灸通过调节“脑-肠”轴平衡，改善肥胖症患者的内分泌、代谢功能，提高治疗效果[6-7]。本文从针灸调节肠神经系统、自主神经系统和中枢神经系统三个方面探讨了基于“脑-肠”轴针灸治疗单纯性肥胖症的机制，为探索针灸治疗单纯性肥胖症的机制提供新的思路。

1 “脑-肠”轴与单纯性肥胖症

1.1 肠神经系统与肥胖：肠神经系统是肠道内的应答网络，肠内分泌细胞等肠道细胞感知并通过末梢神经向大脑发出神经信号，并与肠道的免疫细胞相互作用，导致局部和全身免疫激活[8]。其不仅参与维持肠道屏障功能，还参与胆汁酸和短链脂肪酸降解等营养物质的消化[9]。在肥胖小鼠的肠道中，因肠道菌群失调、肠上皮功能障碍和肠道黏膜免疫系统紊乱造成肠道内环境紊乱[9]。高脂饮食可诱导肥胖发生，出现脂肪堆积和全身慢性炎症反应，诱导肠道通透性增加。不健康饮食（高脂、高糖、低纤维）可损害肠道屏障功能，微生物产物如脂多糖（Lipopolysaccharide，LPS）激活，LPS作用于Toll样受体4（Toll-like Receptors 4，TLR4）/髓样分化因子（Myeloid Differentiation Factor88，MyD88）介导的途径，进一步激活核因子-κB（Nuclear Factor-kappa B，NF-κB）信号转导途径，诱导促炎细胞因子的释放，激活免疫炎症反应[8]。

1.2 自主神经系统与肥胖：胃肠道主要通过自主神经系统中交感神经和副交感神经的分支驱动来自管腔的神经信号向中枢神经系统传递信号，同样来自中枢神经系统的信号也通过自主神经将信息反馈至ENS或直接作用于胃肠道效应细胞[5]，影响胃肠道功能。胃肠道释放的多种肠肽，包括胰高血糖素样肽-1（Glucagon-Like Peptide 1，GLP-1）、胆囊收缩素（Cholecystokinin，CCK）、肽YY（Peptide YY，PYY）等通过迷走神经作用于下丘脑，调节饱腹感信号[10]。此外，迷走神经传入神经元还介导肠道营养素调节肝脏葡萄糖生成的能力以及肠道运动等[11]。

自主神经可以调控脂肪组织的葡萄糖和脂肪代谢，包括棕色脂肪（Brown Adipose Tissue，BAT）和白色脂肪（White Adipose Tissue，WAT）。副交感神经以合成代谢方式调节胰岛素敏感性以及葡萄糖代谢等，交感神经系统（Sympathetic Nerve，SNS）的激活能增加WAT的脂肪分解和褐变或增加BAT产热，交感神经末梢释放去甲肾上腺素，并与肾上腺素能受体结合，刺激自由脂肪酸的释放，激活解耦连蛋白1，激活产热及驱动能量消耗[12]，促进巨噬细胞的M2极化，发挥其抗炎作用。此外，交感神经末梢通过β2肾上腺素能受体作用于邻近的脂肪间充质干细胞，以控制性腺脂肪中胶质源性神经营养因子的表达和第2组先天淋巴细胞的活性[13]影响能量消耗、胰岛素抵抗和肥胖的形成。

1.3 中枢神经系统与肥胖：中枢神经系统中，下丘脑接收来自脑干和周围组织的传入和传出信号，导致形成复杂的食欲调节回路，从而有效地调节食物摄入和能量稳态。弓状核（Arcuate Nucleus，ARC）是主要感受外周代谢信号的下丘脑区域，内有表达促食欲的神经肽，包括神经肽Y（Neuropeptide Y，NPY）和刺鼠相关肽（Agouti-relatedprotein，AgRP），以及表达厌食的神经肽，包括前阿黑皮素（Proopiomelanocortin，POMC）和可卡因－苯丙胺调节转录肽（Cocaine Amphetamine Regulatedtranscript，CART）[14-15]。室旁核（Paraventricular Nucleus，PVN）分泌厌食神经激素（促肾上腺皮质激素和促甲状腺激素）来抑制食物摄入，并能够激活交感神经，使其作用于肝脏和脂肪组织等，增强脂肪和脂肪酸的氧化分解过程[16]。位于腹内侧核（Ventromedial Hypothalamic Nucleus，VMN）的脑源性神经营养因子（Brain derived Neurotrophic Factor，BDNF）起到抑制摄食的作用[17]。下丘脑外侧区（Lateral Hypothalamus Area，LHA）主要受ARC中的NPY/AgRP神经元刺激，分泌食欲肽、食欲素和黑色素浓缩激素[17]。LHA称为“摄食中枢”，VMN称为“饱食中枢”，两者在功能上相互制约、相互调节，保持饮食平衡。

2 基于“脑-肠”轴针灸治疗单纯性肥胖症的机制

2.1 针灸调节肠神经系统治疗肥胖症：肠道菌群是“脑-肠”轴的核心，针灸能有效改善肥胖者的肠道菌群结构及功能和代谢物水平，表现为增加肠道中益生菌数量（如乳酸菌属、双歧杆菌属、拟杆菌属等丰度升高），降低致病菌数量（如厚壁菌门的丰度及厚壁菌门/拟杆菌门比值降低），肠道菌群蛋白直系同源簇功能在碳水化合物、氨基酸、脂质运输和代谢信号转导机制方面丰度增高[10,18]，以及肠道微生物代谢物（如胆汁酸、脂多糖和短链脂肪酸）恢复正常水平[19-20]。肠道菌群及其代谢物可通过调节糖脂代谢、抑制炎症反应和提高胰岛素敏感性等方式调控肥胖的发生发展[21]。针灸不仅可通过降低TLR4、MyD88、NF-κB表达量，下调TLR4-My D88-NF-κB炎症信号激活，改善肥胖的慢性炎症状态[22]，还能通过上调沉默信息调节器1（Sirtuin 1，SIRT1）表达介导Wnt/β-连环蛋白（β-catenin）通路，调控下游靶基因转录翻译抑制肠上皮细胞的凋亡，修复肠黏膜损伤，促进肠屏障功能，降低肠道通透性，减少LPS渗漏[23]。针灸对肠道菌群结构及功能和其代谢物的调节作用会通过调控白细胞介素（Interleukin，IL）-2、IL-10等炎症因子[24]及相关炎症通路，控制肠道免疫反应和炎症反应，调节cluadin-1等紧密连接蛋白表达，重塑肠道稳态，维持肠道菌群的动态变化，还诱导肠道通透性降低，保持了肠道屏障的完整性。此外，研究发现电针上调黏膜先天免疫相关α防御素基因，如肥胖小鼠防御素α5（Defa5），且表达与肠道菌群水平相关[25]，Defa5是小肠中最丰富的抗菌肽之一，有助于宿主防御肠道病原体，其水平与肥胖指标呈负相关，针灸通过调节肠道防御素控制特定微生物的组成建立肠道免疫稳态，保持肠道-微生物稳态改善肥胖。同时，针刺下调了空肠中包括下调CD36、FABP1在内的脂肪消化吸收基因[25]，这些基因在肠道脂质摄取和吸收中起着重要作用。针灸可以改善黏膜先天防御素，调节失调的肠道微生物群，减少慢性炎症和抑制肠道脂质吸收，来发挥抗肥胖作用。

2.2 针灸调节自主神经系统治疗肥胖症：针灸可以通过对神经反射、电生理学、乙酰胆碱及肠肽的影响，增加交感神经活动，减少迷走神经活动，进而调节内脏功能，包括胃肠动力[26]。迷走神经中枢效应的触发是当下明确的针灸治疗肥胖的效应机制之一，针刺信号主要聚集在迷走神经复合体，包括迷走神经孤束核、迷走神经背核（Dorsal Motor Nucleus of the Vagus，DMV）和极后区[27]。研究发现，DMV注射谷氨酸和Y-氨基丁酸后，电针双侧足三里对大鼠胃内压调节的效应量在30～120 s及起针后均明显降低，针刺通过DMV迷走-迷走反射可能调节胃运动[28]。血浆去甲肾上腺素和乙酰胆碱可用于评估针灸对自主神经功能的影响，两者与交感神经活动和迷走神经活动相关，电针能降低血浆中去甲肾上腺素水平，增加胃窦和十二指肠中由迷走神经传出纤维释放的神经递质乙酰胆碱[29]。针灸显著提高肥胖大鼠血清胃饥饿素（Ghrelin）、PYY、GLP-1、CKK等含量，降低瘦素（Leptin）含量并通过自主神经系统作用于中枢神经系统而发挥减重、降糖、降脂、抑制摄食的效应[30-31]。其中，瘦素和CCK是目前发现的具有调节摄食和能量代谢的主要的脑肠肽之一，两者之间存在正反馈环，针灸使脑肠肽瘦素含量降低，而血清CCK的含量增加，调节leptin-CCK正反馈环，通过胃迷走神经在短期抑制摄食行为和长期减低体重方面发挥协同作用[32]。

针灸能调节脂肪组织内SNS功能，局部的针刺信号通过感觉神经传入，中枢神经系统整合后可以输出为自主神经信号，调节促进脂肪组织可塑性、炎症反应和巨噬细胞极化等，以促进产热基因的表达与分解脂肪组织[33]。针灸对肥胖的改善作用与其通过激活交感神经促进脂肪组织可塑性有关。电针治疗能激活大鼠iWAT交感神经，使iWAT交感神经自发放电较肥胖状态下增多[34]，同时能促进脂肪组织中脂肪褐变相关蛋白表达，并通过酪氨酸羟化酶（Tyrosine Hydroxylase，TH）和腺苷2A受体（Adenosine 2a Receptor,A2aR）激活白色脂肪组织中的交感神经[35]。TH是交感神经的标志物，可有效反映神经纤维的密度，A2aR作为脂肪组织中最丰富的腺苷受体，在交感神经刺激过程中受到影响。电针治疗通过激活TH和A2aR增强交感神经活动，从而促进脂肪组织可塑性，并通过诱导脂肪褐变相关蛋白表达增加能量消耗，降低体重增加和脂肪堆积。针灸还能通过激活脂肪交感神经调节肥胖脂肪组织中的炎症反应和巨噬细胞极化来防止体重增加。研究发现，电针治疗后，脂肪组织中瘦素、TNF-α、诱导型一氧化氮合酶等水平明显下降，IL-4、IL-10、CD206水平明显升高[36]。巨噬细胞表面存在多种肾上腺素能受体，其中交感神经末梢释放的儿茶酚胺能够通过β2肾上腺素能受体对巨噬细胞产生作用，促进M1型巨噬细胞极化为M2型巨噬细胞，表明交感神经信号有利于抗炎状态[37]。

2.3 针灸调节中枢神经系统治疗肥胖症：针灸通过调节外周激素和神经肽水平，刺激下丘脑神经元，降低饥饿中枢兴奋性，提高饱食中枢电活动频率，抑制摄食行为[38]，降低摄食量，减少脂肪储存，从而达到减肥目的。针刺能够降低瘦素和胰岛素的表达，提高瘦素和胰岛素的敏感性[39-40]，提高胰岛素和瘦素与下丘脑ARC各受体的结合，从而抑制AgRP和NPY的食欲增加活性或增强CART和POMC的厌食活性[41-42]，调节摄食行为。同时，针刺增加神经元ARC中α-黑素细胞刺激激素（α-Melanocyte Stimulating Hormone，α-MSH）的水平[43]，PVN中的黑皮质素受体3/4（Melanocortin 3/4 Receptor，MC3/4R）与POMC裂解的活性成分α-MSH结合后被激活，整合信号传递至孤束核[16]，导致能量消耗增加和食物摄入减少。结节硬化因子1（Tuberous Sclerosis Complex1，TSC1）-哺乳动物雷帕霉素靶蛋白（Mammalian Target of Rapamycin，mTOR）甲基化修饰介导的下丘脑自噬信号转导和下丘脑中SIRT1的去乙酰化作用

能够调节神经肽水平，从而调节食物摄入和能量代谢。研究发现，高脂饮食喂养的肥胖大鼠下丘脑中TSC1基因启动子的甲基化增加，对mTOR基因表达的抑制减弱[44]，电针能有效降低TSC1基因启动子的甲基化率并抑制下丘脑中mTOR蛋白表达，调节自噬相关蛋白和神经肽的表达水平[45]，针灸通过去甲基化TSC1-mTOR信号通路激活下丘脑自噬，调节下丘脑食欲肽，从而抑制脂肪堆积。SIRT1及其去乙酰化底物C叉头框蛋白01（Forkhead Box Transcription Factor 1，Fox01）与食欲相关肽NPY和POMC关系密切。针灸可上调下丘脑SIRT1蛋白表达，下调下丘脑ARC Fox01乙酰化水平，从而降低NPY基因表达，增加POMC基因表达，从而调节食物摄入量[46-47]。

此外，针灸对LHA和VMN的调整作用是针灸减肥的作用之一。通过fMRI成像分析发现针刺后摄食中枢信号的激活或抑制[48]，针刺能降低LHA中去甲肾上腺素水平，升高5-羟色胺和三磷酸腺苷酶活性[49]，抑制LHA神经元的活性。同时，针刺能够上调肥胖大鼠VMH神经细胞低下的自发放电频率，增强VMN神经元的兴奋性[50]。BDNF作为a-MSH的下游效应因子，是一种在VMN中大量表达的厌食性信号，有研究发现针灸可通过产生和释放BDNF等调节神经可塑性，运动训练会增加肥胖大鼠体内BDNF的表达，不仅抑制摄食，还通过交感神经活动促进白脂肪组织的褐变，从而增加能量消耗[17]。从而改善代谢功能和肥胖[51]，这些支持针刺调节VMN中BDNF改善肥胖，然而其机制需要在未来的研究中得到验证。

3 小结

“脑-肠”轴形成大脑和胃肠道之间双向调节的复杂的神经体液通信网络，影响单纯性肥胖症的发生、发展及转归。针灸作为一种安全、有效的非药物治疗方法，在治疗单纯性肥胖症方面具有显著优势，针灸通过调节“脑-肠”轴平衡，调控单纯性肥胖患者食欲和能量代谢等，达到减重的目的。目前针灸对“脑-肠”轴的研究较多，仍面临许多问题，首先，深入明确针灸刺激部位、方式、强度、频率等对“脑-肠”轴的调节规律，为针灸效应的精准化调控提供强有力的证据支撑。其次肠道菌群种类庞大，难以确认针灸对其的调节作用，但16S核糖体RNA基因测序宏基因组学等技术发展，促进了以肠道菌群为靶点，针灸治疗单纯性肥胖症作用机制的深入研究；其次，研究发现了许多肥胖的新靶点，如GDF15[52]等，这些可为肥胖的早期诊断和疗效评判提供新的工具，参与了肥胖的病理生理过程，亦具有潜在的治疗价值。但缺乏针灸调节这些分子生物学标志治疗肥胖的相关研究，探索针灸治疗肥胖的新靶点，使中医学客观化、标准化，用科学手段阐释针灸减肥机制；最后，“脑-肠”轴是一个复杂的网络，而针灸具有多层次、多系统、多靶点的调节作用，但目前缺乏针灸对单纯肥胖症患者“脑-肠”轴各靶点、各层次和各系统之间影响的作用效应研究，今后应继续探索针灸对“脑-肠”轴各物质关系上的内在联系，深入研究针灸治疗单纯性肥胖症的作用机制，为针灸通过“脑-肠”轴调控单纯性肥胖症提供新的思路和治疗手段。

[参考文献]

[1]李华婷,贾伟平.肥胖相关代谢异常诊治现状[J].中国实用内科杂志,2022,42(2):89-95.

[2]严幸群,姜雪,徐爱民.肥胖相关新型生物标志物的研究及展望[J].中国实用内科杂志,2022,42(2):96-101.

[3]刘月姣.中国居民营养与慢性病状况报告(2020年)[J].营养学报,2020,42(6):521.

[4]Romijn J A, Corssmit E P, Havekes L M, et al.Gut-brain axis[J]. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2008, 11(4):518-521

[5]龚雪娜,贾婷,张浩等.肠脑轴参与动物食欲的调节机制[J].生命的化学,2021,41(1):61-67.

[6]Dou D, Chen Q Q, Zhong Z Q, et al. Regulating the enteric nervous system against obesity in mice by electroacupuncture[J]. Neuroimmunomodulation, 2020:27(1):48-57.

[7]史敏,李倩,胡晓佳,等.针灸治疗肥胖症机制研究进展[J].中国美容医学,2021,30(9):182-185.

[8]Gupta A, Osadchiy V, Mayer E A. Brain-gut-microbiome interactions in obesity and food addiction[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2020,17(11):655-672.

[9]Liu X, Li X, Xia B, et al. High-fiber diet mitigates maternal obesity-induced cognitive and social dysfunction in the offspring via gut-brain axis[J]. Cell Metab, 2021,33(5):923-938.e6.

[10]周钰点,杨姝瑞,王雅媛,等.不同腧穴配伍电针对肥胖大鼠肠道炎性反应和肠道菌群的影响[J].中国针灸,2022,42(10):1145-1152.

[11]Wachsmuth H R, Weninger S N, Duca F A. Role of the gut-brain axis in energy and glucose metabolism[J]. Exp Mol Med, 2022,54(4):377-392.

[12]Li L, Li B, Li M, et al. Switching on the furnace: Regulation of heat production in brown adipose tissue[J]. Mol Aspects Med, 2019,68:60-73.

[13]Cardoso F, Klein Wolterink R G J, Godinho-Silva C, et al. Neuro-mesenchymal units control ILC2 and obesity via a brain-adipose circuit[J]. Nature, 2021,597(7876):410-414.

[14]居梦娴,方彭华,张真稳.下丘脑神经肽在中枢能量代谢方面的调节作用[J].中国现代医学杂志,2022,32(12):45-50.

[15]张国华,齐千慧,王伟,等.食欲调节肽的作用机制及研究现状[J].食品工业科技,2021,42(5):10.

[16]王萍,张果.下丘脑AgRP神经元调控食欲和体重研究进展[J].科学通报,2018,63(30):3059-3069.

[17]Wang L, Yu C C, Li J, et al. Mechanism of action of acupuncture in obesity: a perspective from the hypothalamus[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2021, 12:632324.

[18]Wang H, Wang Q, Liang C, et al.Acupuncture regulating gut microbiota in abdominal obese rats induced by high-fat diet[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2019:4958294.

[19]司原成,苗维纳,何嘉悦,等.基于“脑-肠-菌”轴探讨健脾益气针法对肥胖鼠肠道菌群及TLR4的调控机制[J].中华中医药杂

志, 2017,32(10):4457-4460.

[20]Si Y C, Ren C C, Zhang E W, et al. Integrative analysis of the gut microbiota and metabolome in obese mice with electroacupuncture by 16s rrna gene sequencing and HPLC-MS-based metabolic profiling[J]. Am J Chin Med, 2022:50(3):673-690.

[21]杨启航, 蒲锐, 陈子扬, 等. 肠道菌群代谢物在肥胖调控中的作用与机制[J].中国组织工程研究,2024,28(2):308-314.

[22]陈桥桥. 电针调控肥胖模型小鼠慢性炎症水平和肠道通透性的机制研究[D].成都:成都中医药大学,2019.

[23]王雅媛. 电针通过SIRT1介导Wnt/β-catenin信号通路修复肥胖胰岛素抵抗大鼠肠粘膜损伤及屏障功能的机制研究[D].武汉:湖北中医药大学, 2021.

[24]何嘉悦. 电针对肥胖小鼠肠黏膜免疫的调控机制研究[D].成都:成都中医药大学, 2018.

[25]Xia X, Xie Y, Gong Y, et al. Electroacupuncture promoted intestinal defensins and rescued the dysbiotic cecal microbiota of high-fat diet-induced obese mice[J]. Life Sci, 2022,309:120961.

[26]王文炎, 梁凤霞, 陈瑞. 针灸调节胃肠动力机制的研究进展与思考[J].针刺研究,2020,45(9):771-775

[27]柳钶, 姜劲峰, 卢圣锋. 针灸调节自主神经研究的效应特点及其途径分析[J].针刺研究, 2021,46(4):335-341.

[28]余芝. 基于DMV-自主神经通路探索不同部位腧穴调节胃运动的机制研究[D].南京:南京中医药大学, 2018.

[29]Zhang S, Liu Y, Li S, et al. Effects of electroacupuncture on stress-induced gastric dysrhythmia and mechanisms involving autonomic and central nervous systems in functional dyspepsia[J]. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2020, 319(1):R106-R113.

[30]吴曼婷. 针刺对肥胖大鼠肠道菌群影响的研究[D].桂林:广西中医药大学,2020.

[31]Liu J, Jin H, Foreman R D, et al. Chronic electrical stimulation at acupoints reduces body weight and improves blood glucose in obese rats via autonomic pathway[J].Obes Surg, 2015, 25(7):1209-16.

[32]宋爱群. 电针联合限食对胰岛素抵抗肥胖大鼠肠道微生物群-肠-脑轴的影响及机制研究[D].武汉:湖北中医药大学, 2020.

[33]虞子威, 陆梦江, 余芝, 等. 从交感神经系统探讨针刺治疗肥胖症的机制及疗效优化方案[J].针刺研究, 2022,47(8):744-748.

[34]何燕. 电针不同腧穴减肥效应差异与脂肪交感神经活动相关性的研究[D].南京:南京中医药大学,2020.

[35]Lu S F, Tang Y X, Zhang T, et al. Electroacupuncture reduces body weight by regulating fat browning-related proteins of adipose tissue in hfd-induced obese mice[J]. Front Psychiatry, 2019, 10:353.

[36]Wang H F, Chen L, Xie Y, et al. Electroacupuncture facilitates M2 macrophage polarization and its potential role in the regulation of inflammatory response[J]. Biomed Pharmacother, 2021,140:111655.

[37]陆梦江. 不同腧穴电针减肥效应的差异及神经-免疫互作机制研究[D].南京:南京中医药大学,2020.

[38]姚红, 陈健雄, 张子谦, 等. 针刺对单纯性肥胖病患者食欲的影响[J].针刺研究,2012,37(6):497-501.

[39]Tian X H, Song A Q, Liang F X, et al. Effect of electroacupuncture on Leptin in energy-regulated signaling of obese rats with insulin resistance[J]. Zhenci Yanjiu, 2021, 46(1):39-44.

[40]Wang Y Y, Liang F X, Chen L, et al. Electroacupuncture improves obesity by lowering gastrointestinal motility, blood lipids and expression of intestinal leptin and cholecystokinin in obese rats[J]. Zhenci Yanjiu, 2020, 25:45(11):875-881.

[41]Wang L H, Huang W, Wei D, et al. Mechanisms of acupuncture therapy for simple obesity: an evidence-based review of clinical and animal studies on simple obesity[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2019:5796381.

[42]任加凤, 陈瑞, 黄琪等. 电针对肥胖大鼠下丘脑POMC、AgRP蛋白和基因表达的影响[J].中华中医药学刊,2020,38(4):75-79.

[43]Fei W, Tian D R, Tso P, et al. Arcuate nucleus of hypothalamus is involved in mediating the satiety effect of electroacupuncture in obese rats[J]. Peptides, 2011,32(12):2394-2399.

[44]Wang Y, Diao S, Hu M, et al. Methylation of hypothalamic Tsc1-mTOR signaling in regulation of obesity and obesity resistance[J]. Biomed Res Int,2020:8723869.

[45]Yao J, Yan X, Xiao X, et al. Electroacupuncture induces weight loss by regulating tuberous sclerosis complex 1-mammalian target of rapamycin methylation and hypothalamic autophagy in high-fat diet-induced obese rats[J]. Front Pharmacol, 2022, 13:1015784.

[46]宋燕娟, 陈瑞, 梁凤霞, 等. 电针对高脂饮食诱导的肥胖大鼠下丘脑沉默信息调节因子1、叉头状转录因子O1及阿黑皮素原的影响[J]. 针刺研究, 2020,45(1):27-32+45.

[47]Shu Q, Chen L, Wu S, et al. Acupuncture targeting SIRT1 in the hypothalamic arcuate nucleus can improve obesity in high-fat-diet-induced rats with insulin resistance via an anorectic effect[J]. Obes Facts, 2020:13(1):40-57.

[48]夏书钰. 电针刺激胃经穴位对单纯性肥胖胃肠实热型的临床观察及对下丘脑摄食中枢fMRI成像分析[D].南京:南京中医药大学, 2010.

[49]Liu Z, Sun F, Han Y. [Effect of acupuncture on level of monoamines and activity of adenosine triphosphatase in lateral hypothalamic area of obese rats][J]. Zhongguo Zhongxiyi Jiehe Zazhi, 2000,20(7):521-523.

[50]刘志诚, 孙凤岷, 苏静, 等. 针刺对肥胖大鼠下丘脑腹内侧核作用的研究[J].中医杂志, 2000,41(1):25-26.

[51]Walsh J J, D'Angiulli A, Cameron J D, et al. Changes in the brain-derived neurotrophic factor are associated with improvements in diabetes risk factors after exercise training in adolescents with obesity: the hearty randomized controlled trial[J]. Neural Plast, 2018, 2018:7169583.

[52]Day E A, Ford R J, Smith B K, et al. Metformin-induced increases in GDF15 are important for suppressing appetite and promoting weight loss[J]. Nat Metab, 2019, 1(12):1202-1208.

[收稿日期]2023-12-08

本文引用格式：杨蕾, 袁秀丽, 聂源, 等. 基于“脑-肠”轴针灸治疗单纯性肥胖症的机制研究进展[J].中国美容医学,2026,35(1):190-194.