

• 慢病专题:癌症 •

# 针灸调控肿瘤微环境:免疫调节与代谢重编程的 抗肿瘤机制研究进展\*

温群<sup>1</sup>,曾纪权<sup>1△</sup>,王超<sup>2</sup>,程富香<sup>3</sup>

(1. 江西省肿瘤医院中西医结合科,江西 南昌 330029; 2. 江西省肿瘤医院干部保健科,江西 南昌 330029;  
3. 江西省中西医结合医院神经内科,江西 南昌 330006)

**[摘要]** 针灸具备扶正祛邪、疏通经络、促进气血运行、调和脏腑、调节阴阳等作用,可通过调节机体免疫反应及代谢途径,抑制肿瘤进展并减轻治疗不良反应。该文探讨了针灸在肿瘤微环境调控中的应用机制,特别关注其对免疫系统的调节作用和代谢重编程的影响,归纳近年来针灸与肿瘤微环境相互作用的研究机制,着重分析了中西医学结合的创新模式及其在临床应用中的潜力。通过夯实现有的研究成果,为未来的综合抗肿瘤策略提供新的视角和思路。

**[关键词]** 针灸疗法; 肿瘤微环境; 免疫调节; 代谢重编程; 抗肿瘤机制; 综述

**DOI:**10.3969/j.issn.1009-5519.2026.03.007

**中图法分类号:**R245;R730.5

**文章编号:**1009-5519(2026)03-0513-04

**文献标识码:**A

## Acupuncture regulates tumor microenvironment: research progress on anti-tumor mechanism of immune regulation and metabolic reprogramming\*

WEN Qun<sup>1</sup>, ZENG Jiquan<sup>1△</sup>, WANG Chao<sup>2</sup>, CHENG Fuxiang<sup>3</sup>

(1. Department of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Jiangxi Cancer Hospital, Nanchang, Jiangxi 330029, China; 2. Department of Cadre Health Care, Jiangxi Cancer Hospital, Nanchang, Jiangxi 330029, China; 3. Department of Neurology, Jiangxi Province Hospital of Integrated Chinese and Western Medicine, Nanchang, Jiangxi 330006, China)

**[Abstract]** Acupuncture has the functions of reinforcing the body's defenses, eliminating pathogenic factors, unblocking meridians, promoting the circulation of qi and blood, harmonizing internal organs, and regulating yin and yang. It can regulate the body's immune response and metabolic pathways, inhibit tumor progression, and alleviate treatment side effects. This article explores the application mechanism of acupuncture in the regulation of tumor microenvironment, particularly focusing on its regulatory effect on the immune system and the impact on metabolic reprogramming. It summarizes the research mechanisms of the interaction between acupuncture and tumor microenvironment in recent years, and particularly analyzes the innovative model combining Chinese and Western medicine and its potential in clinical applications. By consolidating the existing research results, it provides new perspectives and ideas for future comprehensive anti-tumor strategies.

**[Key words]** Acupuncture therapy; Tumor microenvironment; Immune regulation; Metabolic reprogramming; Anti-tumor mechanism; Review

随着癌症发生率的增加和现代医学技术的不断进步,手术、介入、化疗、放疗、生物、基因、内分泌治疗等各种抗肿瘤方法应运而生。然而,这些治疗手段常伴随不同程度的不良反应,进而影响疗效和患者生活质量。肿瘤微环境的复杂性使单一的治疗方法往往难以有效地遏制肿瘤进展。针灸不仅在传统中医理论中占据重要地位,还因其在改善免疫功能和调节代谢方面的潜力而受到越来越多的关注,同时,与现代

医学的结合逐渐展示出其独特的优势。有研究发现,针灸通过刺激特定的穴位和调节神经系统等多种机制增强免疫系统反应,如针灸可刺激自然杀伤细胞的活性,增加 CD8<sup>+</sup> T 淋巴细胞的数量,调节 T 辅助细胞的平衡。这些作用表明,针灸在改善肿瘤患者免疫抑制状态方面具有潜在的治疗价值<sup>[1]</sup>。此外,针灸通过调节肿瘤免疫微环境可减轻传统治疗引起的不良反应,如疼痛、抑郁和疲劳<sup>[2]</sup>。在肿瘤免疫微环境中针

\* 基金项目:江西省(省直单位)名老中医药专家学术经验继承项目(赣中医药科教学[2022]18号);江西省中医药管理局科技计划课题(2021B142)。

作者简介:温群(1987-),硕士研究生,主治医师,主要从事中西医结合肿瘤内科的研究。△ 通信作者,E-mail:jxnczjq@163.com。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20260130.1654.018\(2026-02-02\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20260130.1654.018(2026-02-02))

灸的调节作用不仅限于增强抗肿瘤免疫,还通过降低肿瘤相关免疫抑制细胞的活性,改善整体免疫状态<sup>[3]</sup>。

在代谢重编程的研究领域针灸的作用同样引起了学者的广泛关注。相关研究表明,针灸不仅能影响肿瘤细胞的代谢通路,还能促进肿瘤细胞的程序性死亡,同时,提高化疗药物在肿瘤部位的浓度<sup>[4]</sup>。有研究发现,电针干预明显提升了紫杉醇在乳腺癌小鼠模型中的肿瘤浓度,并且这一效果与针灸所引起的肿瘤微血管及微环境的变化具有密切关系。现代机制研究表明,针灸能有效影响肿瘤细胞的代谢路径,并促进其凋亡,同时,还可提高化疗药物在肿瘤位置的浓度<sup>[5]</sup>。通过深入理解、总结针灸的作用机制,能更好地利用这一传统疗法,从而提升治疗癌症的整体效果。

## 1 针灸的基本理论与方法

《灵枢·九针十二原》提出:“针石治其外,汤液治其内”,强调针灸通过调节气血、平衡阴阳治疗“积证”,记载了“毫针”可治“深邪远痹”,提示对深层病灶(如肿瘤)干预的可能。针灸通过将细针插入特定的身体部位(即腧穴),通过对特定腧穴的刺激,调节气血和阴阳平衡,激活机体的自我调节能力,促进局部血液循环,增强机体免疫反应,从而达到治疗疾病、缓解疼痛、提升健康的目的。KANG 等<sup>[6]</sup>研究证明,通过电刺激“内关穴”可明显抑制脊髓内跨神经元中磷酸化的 NR2B 亚基(即 NR2B 免疫反应性)的表达,减弱中枢神经系统痛觉信号的传递并减少神经毒性的表达,从而实现镇痛效果。多项研究表明,针灸能影响体内神经递质和激素水平,如内啡肽、血清素、皮质醇等,这些物质在调节情绪、缓解压力、改善睡眠等方面发挥着重要作用<sup>[3,5,7]</sup>。

随着时间的推移,针灸逐渐演变并发展出多种流派与技术,成为一种在全球范围内广泛应用的治疗手段。针灸技术涵盖了多种形式,包括传统针灸、艾灸、耳针、电针等。传统针灸是通过手动插入针具刺激特定的腧穴,而艾灸则是利用艾条或艾绒所产生的热量缓解症状,耳针则专注于耳朵上的特定点,适用于辅助治疗多种疾病,电针则结合电流刺激以提高疗效。针灸、腧穴、经络等不同流派各自具有其独特的理论和实践方法,形成了丰富的针灸文化,在潜在的临床应用上非常有前景<sup>[8-9]</sup>。现代医学研究进一步探讨了针灸的机制及其应用,为其在调控肿瘤微环境方面的潜在应用提供了新的视角。

## 2 肿瘤微环境的组成与功能

肿瘤微环境对肿瘤的发生、发展、转移至关重要,在肿瘤细胞的生长、存活、免疫逃逸、耐药性、转移过程中均发挥着重要作用<sup>[10]</sup>。肿瘤细胞与基质细胞之间的相互作用是肿瘤微环境的关键组成部分。基质细胞,如癌症相关成纤维细胞通过分泌细胞因子、趋化因子和细胞外基质成分,影响肿瘤细胞的增殖、迁移和侵袭能力,促进肿瘤细胞的增殖与转移,从而影响肿瘤细胞的行为。有研究表明,细胞间相互作用及

其代谢重编程被视为肿瘤进展的关键因素之一,进一步强调了其在肿瘤生物学中的重要性<sup>[11]</sup>。此外,肿瘤细胞会分泌基质金属蛋白酶等酶,降解细胞外基质,从而促进其浸润与转移,为癌症的治疗方法提供了准确定位<sup>[12]</sup>。

## 3 针灸对免疫系统的调节

**3.1 针灸对免疫细胞功能的影响** 近年来,针灸这一传统中医治疗方法在调节免疫系统的研究中逐渐增多,针灸通过多种机制影响免疫细胞功能。免疫细胞在肿瘤微环境中发挥着复杂的双重作用,既能抑制肿瘤生长,又能促进其进展。有研究表明,肿瘤相关巨噬细胞通常展现出促进肿瘤的表型,这种表型不仅抑制抗肿瘤免疫反应,还能促进肿瘤细胞的生存和转移<sup>[13]</sup>。有学者指出,肿瘤微环境中的免疫细胞通过分泌抑制因子(如白细胞介素-10、转化生长因子-β 等)降低效应 T 淋巴细胞活性,从而使肿瘤细胞逃逸免疫监视,在此过程中针灸可刺激自然杀伤细胞活性,增加 CD8<sup>+</sup> T 淋巴细胞数量,并调节辅助性 T 淋巴细胞 1(Th1)、Th2、调节性 T 淋巴细胞与 Th17 之间的平衡<sup>[1]</sup>。杨元祯等<sup>[5]</sup>综合分析结果显示,针灸的协同效应能通过调节细胞因子的分泌降低肿瘤微环境中的免疫抑制因子,增强机体的抗肿瘤能力。因此,调节肿瘤微环境中免疫细胞的状态,以恢复其抗肿瘤功能已成为当前肿瘤免疫治疗的一项重要策略之一<sup>[8]</sup>。由此可见,针灸在调节免疫细胞功能方面展现出良好的应用前景,为肿瘤的治疗提供了新思路。

**3.2 针灸通过神经内分泌途径调节免疫** 针灸调节免疫系统的神经内分泌机制已受到广泛关注。肿瘤细胞在其生长与增殖过程中会经历明显的代谢重塑,通过增强糖酵解、脂质合成及氨基酸代谢等途径满足对能量和生物合成前体的需求,以便适应肿瘤微环境的变化。代谢重编程是肿瘤细胞的标志之一。TALAPATRA 等<sup>[14]</sup>通过研究脂质代谢在 MYCN 基因失调胚胎肿瘤中的作用指出,脂质代谢的改变为快速膜生物发生提供脂质,产生不受限制的细胞增殖所需的能量,并且一些脂质充当信号通路介质。基于此,可能进一步开发出新药物靶点。此外,肿瘤微环境中的缺氧与营养不足会进一步加剧肿瘤细胞的代谢重编程,从而增强其对放疗的耐受性<sup>[15]</sup>。日本学者发现,通过观察针刺特定穴位可明显增加外周组织中肥大细胞(MC)的数量和活性,MC 的激活可增强神经传导,促进针刺信号传递至大脑以达到治疗疾病的目的<sup>[16]</sup>。针灸还能通过调节自主神经系统,影响交感神经和副交感神经的活动,改变免疫细胞的功能和分布。黄飞等<sup>[17]</sup>通过总结针灸对过敏性鼻炎的相关研究发现,针灸能促进迷走神经的活性,增强抗炎反应并抑制炎症介质的释放,成为一种更加安全、有效的治疗手段。这种神经内分泌调节机制为针灸在免疫调节中的作用提供了重要的生物学基础。

**3.3 针灸调节免疫的其他机制** 肿瘤微环境的组成

和功能复杂多样,故肿瘤患者临床表现变化多端。近年来,关于针灸调节免疫系统的研究不断增加,显示出其在治疗肿瘤中的潜在应用价值。通过干预肿瘤细胞的代谢途径改善肿瘤患者的常见症状有望成为未来肿瘤治疗的一个重要新方向<sup>[18]</sup>。深入研究这些机制将为肿瘤的防治提供新的视角和策略。针灸不仅直接影响免疫细胞功能,还能通过内分泌系统调节免疫反应。ZHENG 等<sup>[8]</sup>指出,中医针灸等治疗可通过降低程序性死亡受体-1、程序性死亡-配体 1 的表达,以及调节 T 淋巴细胞功能、改善肿瘤免疫微环境、调节肠道菌群增强其抗肿瘤免疫反应。同时,ZHENG 等<sup>[19]</sup>从下丘脑-垂体-肾上腺轴功能障碍的基本原理和病理变化,以及针灸调节 HPA 轴的分子机制方向发现,针灸可通过双向调节 HPA 轴功能,通过作用于神经递质、神经肽、微小 RNA 等多靶点对 HPA 轴失调相关疾病展现出明显的治疗潜力。这些研究成果强调了针灸作为辅助治疗手段在改善患者免疫状态和增强免疫功能方面的重要性,为针灸在肿瘤治疗中的应用提供了科学依据,为未来研究指明了方向。

#### 4 针灸在肿瘤代谢重编程中的作用

肿瘤细胞的代谢特征与其生长、扩散密切相关。糖代谢异常与肿瘤的发生、发展存在密切关系,在调节脂质代谢方面的作用也逐渐受到重视。有研究表明,针灸在调节糖代谢方面有效,其通过刺激特定腧穴促进胰岛素分泌和增强细胞对胰岛素的敏感性,降低糖尿病患者空腹血糖水平,改善糖耐量异常状况<sup>[20]</sup>。WANG 等<sup>[3]</sup>指出,针灸可通过调节下丘脑-垂体-肾上腺轴功能减少应激激素分泌,进一步影响糖代谢,降低胰岛素抵抗,调节肿瘤相关代谢酶的表达,影响肿瘤细胞脂质合成和分解,进而改变肿瘤细胞代谢特征。

现代机制研究表明,针灸通过激活 AMP 依赖的蛋白激酶信号通路增强葡萄糖摄取与利用,优化细胞能量代谢;同时,抑制肿瘤细胞糖酵解过程,减少乳酸生成,从而改善肿瘤微环境酸性状态,进而抑制肿瘤生长<sup>[17]</sup>。多项研究表明,针灸可通过调节肝脏糖原及脂质代谢(如调控脂肪酸合酶、肉碱棕榈酰转移酶活性)、改善胰岛素敏感性,优化肠道菌群平衡,协同降低血脂、促进能量消耗,对糖脂代谢紊乱及相关疾病进行综合调控,对抗肿瘤的发生<sup>[21-25]</sup>。有研究表明,针灸可影响肿瘤细胞代谢途径,改变其能量供应,影响肿瘤细胞的增殖和存活,在肿瘤代谢重编程中发挥着重要作用,为肿瘤治疗提供了新的思路和方法<sup>[26]</sup>。

#### 5 中西医结合的抗肿瘤疗法

**5.1 中西医结合的理论基础** 中西医结合的抗肿瘤治疗方法是一种将中医学与西医学的理论及实践相融合的治疗方式。中医学注重整体观念,认为肿瘤的形成与机体的整体平衡失调、气血不足及阴阳失衡等因素有密切联系。而西医学则侧重于肿瘤的生物学

和分子机制,强调通过手术、放化疗等手段直接对肿瘤细胞进行干预。中西医结合能充分发挥各自的优势,在治疗过程中互为补充,从而实现更佳的疗效。CHEN 等<sup>[2]</sup>指出,针灸作为中医的重要组成部分,通过调节机体免疫功能、内分泌系统、抗炎/抗氧化等作用机制,有效减轻化疗引起的不良反应,从而提高患者的生活质量和生存率。

**5.2 针灸在临床应用中的案例分析** 针灸在临床实践中已被广泛用于多种肿瘤的辅助治疗,如针灸被用于缓解乳腺癌患者因化疗引起的恶心、呕吐、疼痛等不适症状,如一项随机对照试验结果显示,接受皮内针治疗的患者疼痛评分存在明显改善,且安全性良好<sup>[27]</sup>。另一项 meta 分析结果显示,针灸治疗组患者明显改善了胃癌化疗期间相关不良反应,提高了患者的食欲和生活质量<sup>[28]</sup>。有案例报道,针灸在缓解术后疼痛及促进恢复方面展现出了良好的效果,患者在接受针灸治疗后疼痛评分明显降低,恢复期也得到了缩短<sup>[29]</sup>。针灸作为中西医结合抗肿瘤治疗的重要组成部分具有良好的临床应用前景。

#### 6 结语与展望

近年来,作为一种传统中医疗法,针灸通过调节免疫反应及代谢重编程明显影响了肿瘤微环境,可协助抑制肿瘤的进展。因此,在癌症治疗中受到越来越多的关注。这一发现为研究人员提供了全新的视角,促使其重新审视传统医学在现代医学中的价值与作用。针灸不仅能增强免疫功能,还具备调节细胞代谢的能力,从而改变肿瘤细胞的生长环境。针灸可能通过多种机制发挥作用,包括促进内源性抗肿瘤因子的释放、改善微循环及减轻化疗的不良反等。然而,针灸在癌症治疗中的具体机制尚未得到全面的阐述。因此,亟需更多的基础研究深入探索其作用途径。

针灸通过调节免疫系统及代谢重塑,在肿瘤微环境中扮演了关键角色,在癌症的治疗中展现出独特的潜能,成为现代医学与传统医学相结合的典范。未来的研究可更加紧密地将针灸与现代放化疗或靶向治疗相结合,研究针灸对患者生活质量的影响,以探讨其在综合治疗中的潜在作用,进一步探索针灸在肿瘤治疗中的作用机制,同时,评估其与现代治疗手段的协同效应。目前,尽管现有研究表明,针灸在癌症治疗中可能具有积极的效果,但仍存在一些质疑与争议。因此,需谨慎平衡不同研究的观点和发现,需开展大规模的、系统化的临床试验,以验证针灸疗法在不同癌症类型和不同临床阶段的有效性与安全性,为针灸的应用提供有力的证据支持,从而推动其在临床实践中的广泛应用。

一些学者认为,针灸的效果可能受安慰剂效应的影响,在设计研究时应充分考虑对照组的设置和研究方法的严谨性,同时,关注个体差异,考虑患者的病情、体质及心理状态等多种因素对疗效的影响。研究中,科研人员、临床医生与患者之间的紧密合作将是

推动针灸疗法发展的关键因素。期待针灸能为整体癌症治疗策略提供更加全面的解决方案,为癌症患者提供新的治疗选择,以及更加有效的综合治疗策略,以提高其生活质量。

## 参考文献

- [1] 黄锦,李姗姗,王斌,等. 针灸调节肿瘤免疫抑制的作用机制研究进展[J]. 针刺研究,2020,45(9):767-770.
- [2] CHEN Y W, LI M Z, GUO K X. Exploring the mechanisms and current status of acupuncture in alleviating tumor metabolism and associated diseases: insights from the central nervous system and immune microenvironment[J]. SLAS Technol,2024,29(6):100208.
- [3] WANG N, ZHAO L, ZHANG D, et al. Research progress on the immunomodulatory mechanism of acupuncture in tumor immune microenvironment [J]. Front Immunol, 2023,14:1092402.
- [4] YANG M, WAN Y X, JIANG X, et al. Electro-acupuncture promotes accumulation of paclitaxel by altering tumor microvasculature and microenvironment in breast cancer of mice[J]. Front Oncol,2019,9:576.
- [5] 杨元祯,李姗姗,郭义,等. 针灸协同化疗实现增效的研究进展[J]. 针刺研究,2024,49(6):634-640.
- [6] KANG S Y, BANG S K, KWON O S, et al. Treatment of electrical wrist stimulation reduces chemotherapy-induced neuropathy and ultrasound vocalization via modulation of spinal NR2B phosphorylation[J]. Brain Res Bull, 2020, 162:237-244.
- [7] 尹诗,王颖,陈俊西,等. 针药并用治疗晚期恶性肿瘤姑息性化疗后睡眠障碍疗效观察[J]. 上海针灸杂志,2021,40(1):21-25.
- [8] ZHENG H L, WANG G, LIU M, et al. Traditional Chinese medicine inhibits PD-1/PD-L1 axis to sensitize cancer immunotherapy: a literature review[J]. Front Oncol,2023,13:1168226.
- [9] QI G H, WANG B, SONG X F, et al. A green, efficient and precise Hydrogen therapy of cancer based on in vivo electrochemistry[J]. Natl Sci Rev,2020,7(3):660-670.
- [10] HANAHAN D, WEINBERG R A. Hallmarks of cancer: the next generation[J]. Cell,2011,144(5):646-674.
- [11] QUAIL D F, JOYCE J A. Microenvironmental regulation of tumor progression and metastasis[J]. Nat Med,2013, 19(11):1423-1437.
- [12] KESSENBROCK K, PLAKS V, WERB Z. Matrix metalloproteinases: regulators of the tumor microenvironment [J]. Cell,2010,141(1):52-67.
- [13] 邢程程,荆蕾. 肿瘤相关巨噬细胞对肿瘤发生发展及治疗的研究进展[J]. 解剖科学进展,2025,31(2):278-280.
- [14] TALAPATRA J, REDDY M M. Lipid metabolic reprogramming in embryonal neoplasms with MYCN amplification[J]. Cancers(Basel),2023,15(7):2144.
- [15] BOLF E L, BEADNELL T C, ROSE M M, et al. Dasatinib and trametinib promote anti-tumor metabolic activity [J]. Cells,2023,12(10):1374.
- [16] OH J Y, BAE S J, JI J Y, et al. Peripheral mast cells derive the effects of acupuncture in Parkinson's disease[J]. Front Aging Neurosci,2024,16:1376756.
- [17] 黄飞,吕晓琳,焦雪峰,等. 针刺治疗过敏性鼻炎作用机制的研究进展[J]. 针刺研究,2023,48(2):153-157.
- [18] WANG W, LI C, DAI Y, et al. Unraveling metabolic characteristics and clinical implications in gastric cancer through single-cell resolution analysis [J]. Front Mol Biosci,2024,11:1399679.
- [19] ZHENG J Y, ZHU J, WANG Y, et al. Effects of acupuncture on hypothalamic-pituitary-adrenal axis: current status and future perspectives [J]. J Integr Med, 2024, 22(4):445-458.
- [20] JUSUF A A, VIVENTIUS Y, DJAALI W. Comparison between the effectiveness of manual acupuncture and laser acupuncture at EX-B3 weiwaxiashu in a rat model of type 2 diabetes[J]. J Acupunct Meridian Stud,2021,14(2):75-81.
- [21] CUI J W, SONG W R, JIN Y P, et al. Research progress on the mechanism of the acupuncture regulating neuroendocrine-immune network system [J]. Vet Sci, 2021, 8(8):149.
- [22] 李艳慧,马巧琳,胡斌,等. 针刺治疗慢性疲劳综合征的实验指标选取及机制研究现状[J]. 针刺研究,2021,46(11):980-984.
- [23] 苏虹,栗胜勇,羊璞,等. 针灸治疗类风湿关节炎作用机制研究进展[J]. 针刺研究,2023,48(5):500-507.
- [24] LIU Z F, JIAO Y, YU T A, et al. A review on the immunomodulatory mechanism of acupuncture in the treatment of inflammatory bowel disease[J]. Evid Based Complement Alternat Med,2022,2022:8528938.
- [25] TIAN X Y, WANG W J, ZHANG L, et al. Acupuncture and drug combination therapy for abnormal glucose metabolism: exploring synergistic enhancement and reduced toxicity mechanisms [J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2024,17:4525-4537.
- [26] DOU B M, LI Y N, MA J, et al. Role of neuroimmune crosstalk in mediating the anti-inflammatory and analgesic effects of acupuncture on inflammatory pain[J]. Front Neurosci,2021,15:695670.
- [27] KIM K, LEE S H. Intradermal acupuncture along with analgesics for pain control in advanced cancer cases: a pilot, randomized, patient-assessor-blinded, controlled trial [J]. Integr Cancer Ther,2018,17(4):1137-1143.
- [28] 李全耀,施俊,陆颖,等. 针灸对胃癌化疗期间不良反应随机对照试验的 Meta 分析[J]. 中医肿瘤学杂志,2021,3(6):77-87.
- [29] HOU Y C, LU J J, XIE J, et al. Effects of electroacupuncture on perioperative anxiety and stress response in patients undergoing surgery for gastric or colorectal cancer: study protocol for a randomized controlled trial[J]. Front Psychiatry,2023,14:1095650.