

新医科背景下针灸学科课程教学优化的实践探索

刘琬琰, 孙 翌, 李雅琪, 黄禄宇, 康小娜, 余怡萱, 邹金羽, 韦春娜, 沈 巍*

海南医学院中医学院, 海南 海口

收稿日期: 2024年5月23日; 录用日期: 2024年6月23日; 发布日期: 2024年6月30日

摘 要

传统的针灸学科课程教学模式已经不能应对现代针灸学科的发展。在“新医科”背景下, 探索针灸教学的优化日趋重要。本文总结了近10年来有关针灸应用研究的国际热点和前沿, 包括针灸促进神经再生、调节氧化应激、调控脑网络连接, 针刺调节高血压及针刺镇痛研究等研究进展, 组学技术, 大数据, 人工智能和虚拟现实等新兴技术前沿。基于这些针灸学科的新发展新变化, 讨论了针灸学科课程教学可行的优化方向。

关键词

针灸, 神经再生, 大脑默认模式, 虚拟仿真技术, 人工智能, 大数据, 教育

Practical Exploration of Optimizing Teaching in Acupuncture Subject under the Background of New Medical Science

Wanyan Liu, Zhao Sun, Yaqi Li, Luyu Huang, Xiaona Kang, Yixuan Yu, Jinyu Zou, Chunna Wei, Wei Shen*

School of Traditional Chinese Medicine, Hainan Medical University, Haikou Hainan

Received: May 23rd, 2024; accepted: Jun. 23rd, 2024; published: Jun. 30th, 2024

Abstract

The traditional teaching mode of acupuncture cannot cope with the development of modern acupuncture subject. Under the background of “new medical science”, it is increasingly important to explore the optimization of acupuncture education. This paper summarizes the international hot

*通讯作者。

文章引用: 刘琬琰, 孙翌, 李雅琪, 黄禄宇, 康小娜, 余怡萱, 邹金羽, 韦春娜, 沈巍. 新医科背景下针灸学科课程教学优化的实践探索[J]. 教育进展, 2024, 14(6): 1153-1160. DOI: 10.12677/ae.2024.1461056

spots and frontiers of research on the application of acupuncture in the past 10 years, including the research on acupuncture promoting nerve regeneration, acupuncture regulating oxidative stress, modulation of brain network connectivity, acupuncture regulation of hypertension and analgesia, emerging cutting-edge technologies such as omics, big data, artificial intelligence, and virtual reality, etc. Based on the new development and changes of acupuncture, the feasible optimization of acupuncture education is discussed.

Keywords

Acupuncture, Nerve Regeneration, Default Mode of Brain, Virtual Simulation Technology, Artificial Intelligence, Big Data, Education

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

针灸是一门有着 2000 多年历史的中医治疗方法。将长而细的针插入病人身体皮肤上特定的穴位，可以有效地治愈各种疾病。除中国外，针灸已传播到 160 多个国家和地区。世界卫生组织推荐使用针灸治疗 43 种疾病。自从美国国立卫生研究院(NIH)一致认为针灸是一种补充医学的治疗干预以来，针灸的疗效在西方世界已被越来越多的人接受[1]。针灸领域也随着它的接受度增加而成为国际医学研究的热点。在针灸国际化的趋势下，针灸的发展逐渐区别于传统中医学。作为外治法，针灸理论相对于内治法中医基础理论有一定的独立性。尤其是将现代科学技术及方法应用于针灸后，现代化的针灸学需要有不禁锢于传统针灸学的教育方式。2019 年 4 月，教育部等相关部门发布“六卓越一拔尖计划 2.0 版”，强调“新医科”建设。在“新医科”背景下，探索针灸教学的优化极其重要[2]。

2. 针灸研究概述

2.1. 不断提升的热度

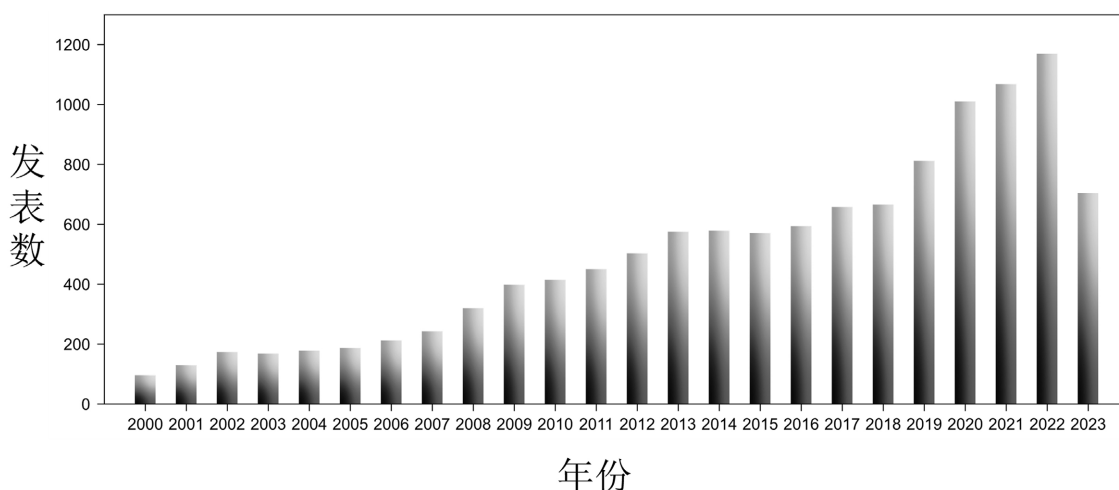


Figure 1. Annual number of documents related to acupuncture in Web of Science core database

图 1. Web of Science 核心数据库针灸相关每年英文文献数量

为了了解当前针灸研究的行业的国际研究热度,在 Web of Science 核心数据中以“acupuncture”为标题,“treatment”为检索主题词,检索并统计了自 2000 年至今的每年英文文献数量,如图 1 所示。可以看到针灸相关文献数目不断增加,这意味着国际上针灸领域的研究热度呈现逐年上升的趋势。

2.2. 研究的热点与前沿

一项数据研究聚类了有关针灸的文献关键词[3]。针刺、机理、电针、疼痛、刺激、表达、大鼠、激活、镇痛、脑、疗效成为了热门的关键词。这些关键词共产生 5 个聚类,聚类标签分别是神经再生,麻醉,默认模式,高血压,镇痛。同时,氧化应激成为了最为热门的涌现词。除了这些关键词,互联网、大数据、人工智能和虚拟现实也与最近针灸学的新发展密切相关。本文将基于针刺机制,针刺促进神经再生、大脑默认模式研究、针刺调节高血压及针刺镇痛研究这些热门领域,以及氧化应激、电针、人工智能和虚拟现实等新兴领域,对当前针灸研究现状前沿进行介绍、并为针灸教学的现代化优化发表看法。

3. 针灸研究热点和前沿

3.1. 针灸基础的现代神经生物学理解

经络腧穴是针灸的基础,它是气血输注之处、病症反应点以及治疗刺激点[4]。根据不同的病症找到合理的穴位进行针刺刺激,是传统针灸的关键一环。但针刺究竟如何调节身体机能,经络的行为机制、生理基础以及穴位和非穴位有何区别,传统针灸学还未有明确的解释。结合现代神经学的新技术,许多研究通过生物物理、生化和分子生物学等不同技术证明了经络和腧穴的客观存在,揭示了其在人体调节和治疗中的作用机制。

经络和穴位在电特性、热特性、声特性、光学特性、磁特性、同位素特性和机电特性中具有许多不同于非穴位的生物物理特性,证实了经络穴位的科学存在[5]。一些研究通过使用现代生物医学技术,如光学成像、电子显微镜等,揭示了经络系统的物质基础。研究发现,经络系统可能由血管、淋巴管、神经纤维[6]、间质组织液[7][8]等组成,这些结构可能与经络传导中的生物电信号有关。

刺激腧穴可以激活特定的神经回路[9],对疼痛、炎症等病理过程产生调节作用。集中在足三里穴位后肢深层筋膜组织中 PROKR2-Cre 为标志物的神经元是低强度针刺刺激激活迷走神经-肾上腺通路所必不可少的存在,这为穴位的特异性提供了现代神经解剖学解释[10]。

进行经络腧穴宏观表型与微观表型的跨尺度关联以及客观化呈现,将有利于揭示经络腧穴的科学内涵,利用功能性磁共振成像(fMRI)和 X 射线计算机断层扫描(XCT)技术可以发现穴位主要在胶原纤维丰富的区域存在[11]。fMRI 等技术也被应用于研究针灸对大脑的影响[9]。这些研究显示,针灸刺激可以引起大脑中特定区域的活动变化[12],揭示了针灸治疗的中枢机制。多索引高通量技术和系统生物学分析方法[9][13]的联合为针灸穴位的机制探究提供了好的助力,功能基因组学方法研究了 36 种疾病,揭示了经络和腧穴在基因表达和蛋白质水平上的变化,发现针灸适应症中 29.2%为神经系统疾病,其他重要疾病类别是疼痛和镇痛(12.1%)、炎症(8.5%)和高胆固醇血症(3.6%) [14]。

综上所述,最新的研究进展为我们提供了更深入的理解经络和腧穴的生物学基础,揭示了其在人体调节和治疗中的作用机制。这些研究有助于将传统中医学的经络理论与现代医学相结合,为针灸治疗的科学化和规范化提供了新的思路和方法,将现代科学研究成果与传统经络腧穴理论的有机结合是未来针灸学科学习的必然趋势,也是对传统理论的挑战和整个学科发展变革的机遇。

3.2. 针刺治病机制的热点与新趋势

针灸作为一种传统中医疗法,其基础在于中医学理论和经验积累。现代神经学对针灸的治病机制进

行了一定的解释和理解,主要包括以下几个方面:

神经递质调节: 针灸通过刺激特定穴位,可以影响神经系统中的神经递质释放[15],如内啡肽、多巴胺、5-羟色胺等。这些神经递质的释放可以调节疼痛传导、情绪调节等生理功能。针刺镇痛机制的关键与肥大细胞脱颗粒过程中释放血清素、组胺和色氨酸酶调节穴位的敏感性密切相关[16],通过对穴位组织进行微透析取样和高效液相色谱检测,发现针刺可以诱导 ATP、ADP、AMP 和腺苷的增加从而介导针刺镇痛作用[17]。

神经调控网络: 针灸刺激可以激活大脑中的多个神经调控网络[18],如镇痛系统、自主神经系统、内分泌系统等。这些网络的激活可以对疼痛、炎症、免疫等生理过程产生调节作用[19][20]。激活特定神经网络的神元元的分布也具有特异性[10],因此穴位也具有特异性。如果电针可以选择性激活特定神经网络,那么将类比起搏器的微型电极植入诱导某些部位的局部抗炎作用,这也将是针灸临床治疗的一个可行的革新[21]。

局部效应: 针灸刺激可以引起局部的生物物理效应,如改变局部血液循环、改变器官状态、增强组织修复能力等。这些效应对于促进组织康复和疾病治疗有积极作用。例如针刺可使膀胱最大容量增加,并且由膀胱过度活动或不稳定引起的尿失禁和尿急得到了改善[22]。

神经可塑性: 针灸刺激可以通过改变神经元之间的突触传递和连接,促进神经可塑性的发生。这种可塑性的改变可以影响神经网络的功能和调节。例如,针刺可以促进神经再生,被应用于治疗坐骨神经损伤[23]以及脊髓损伤[24],并取得了良好的疗效。

细胞的分子信号通路: 针灸可以调节细胞的分子信号通路,从而对生理代谢进行调节。例如在缺血性脑损伤的病理过程中,活性氧的过量产生与固有抗氧化能力的不平衡导致随后的氧化损伤。针刺通过调节一系列参与氧化还原调节的分子信号通路,不仅激活了固有的抗氧化酶系统,而且抑制了 ROS 的过度生成,从而被用于缺血性脑损伤的治疗[3]。

在临床上,针灸的治疗常常会包含以上提到的多个机制。例如针灸作为一种辅助治疗手段,其对高血压患者有一定的降压作用[25]。这个过程则同时包含了神经调控网络,氧化应激,血管内皮局部效应的多方面作用。而美国国立卫生研究院启动一项名为“刺激外周神经减轻症状”的计划,其目的是利用“高分辨率神经环路图谱”的系统构建将外周刺激、神经系统与器官功能调控进行了因果关系的整合,该计划的实施结合了中国传统经络腧穴结构,并丰富外周刺激的手段,已经开始对传统的针灸治疗方法提出了严峻的挑战[26]。

综上所述,现代神经学理解针灸的机制主要包括神经递质调节、神经调控网络、局部效应和神经可塑性等方面。这些理解有助于揭示针灸治疗的生物学基础,为针灸在临床实践中的应用提供科学依据,培养精通中医传统理论以及善于借鉴现代医学研究的技术手段的针灸学的传承人也刻不容缓。

3.3. 针灸研究的技术进步

最近,组学技术(基因组学、转录组学、蛋白质组学、代谢组学技术)能够从不同层面观察人体生理病理的动态变化过程,也可以全面地了解针灸治疗疾病的整体调节机制[27]。而皮肤植入式微传感器或针形微传感器可用于监测穴位甚至靶器官的实时微环境变化。这些研究将进一步促进对针刺作用机制的认识[28]。信息化时代互联网与计算机的发展也使得大数据应运而生,这对现代化的中医教育是有利的工具。虚拟仿真技术也迎来蓬勃发展,它能够将抽象的事物在虚拟世界形象化表现出来。这种技术的沉浸性,交互性使得针灸的练习方式得到了拓展[29]。近年来,人工智能的发展也十分迅速。人工智能模型如 ChatGPT (Open AI),在临床实践、研究和教育等医学领域具有潜在的应用前景[30]。

4. 新医科现代化针灸的教育改革

4.1. 传统的针灸教育

师徒相授、世家传承、官办学堂是我国古代主要的教育方式。建国之后的国内的针灸教育则借鉴现代西方医学教育模式而来。通过系统化、规模化的院校教育培养了大批优秀针灸人才[31]。但如今,随着针灸学科的发展,现代针灸教育模式存在的问题也开始凸显出来,院校教育中以课堂教学为主的教育方式导致学生缺乏自主的学习能力。自主学习能力对于针灸学的研究生教育以及之后的科学研究至关重要。因此,这也间接地影响了我国针灸学科的科学研究的科学发展。此外,课堂内容与临床存在脱节。作为一门实践性学科,针灸需要将复杂的概念融会贯通,再应用于实践活动之中,但有大量学生的集中授课往往不适合进行细致的实践。现代医学的发展使得针灸学科的学习不仅需要了解临床技巧,还需要熟悉科学的实验方法,进一步增加了实践的重要性。此外,在针灸国际化的趋势下,针灸的发展逐渐区别于传统中医学。但目前的针灸教育整体上仍禁锢于中医传统思维模式、侧重于传统针灸学的印证性研究和辨证论治,没有充分融合现代科学技术及方法。与此同时,国内也并没有属于针灸学科的 SCI 专刊[32],作为起源于我国的学科,这是不合理的。帮助针灸教育实现国际化改革同样迫在眉睫。

4.2. 大数据信息化背景下针灸热点知识的接触与课程平台的建设

首先,面对针灸教育存在禁锢于传统思维的问题,在教育过程中应当剥离出传统针灸学理论中的文化和哲学成分,对其实践成分进行现代化研究和探讨[32]。此外,对于国内缺乏针灸学科 SCI 专刊的问题,在课程教育上应当重视国际化语言,适当采取双语教学。尤其是应当用现代新学术贯彻现在新的教育,避免与国外脱轨,与研究前沿脱轨,明确研究导向型推向传统体系突破这一特点进行授课。将针灸学科研究的新趋势,新热点,新技术融入到教学内容之中。实现基于课本,但不禁锢于课本的改革。

在大数据背景下,这样的创新改革会更加容易,微课、慕课、翻转课堂等新兴教学模式[33]可以用来帮助传播这样的课程改革,而不会受到各个地区院校师资的影响。利用各种平台传播这种内容前沿的教学资源,也能打破教学时间和空间的限制,拓展和延伸学生的学习时间,更好地调动学生自主学习,自主思考的积极性[34]。

4.3. 新技术(虚拟仿真技术、AI)在针灸学学习中的应用

对于课堂内容与临床存在脱节、集中授课往往不适合进行细致的实践,以及学生缺乏自主的学习能力的问题,应当适当应用新兴技术如虚拟仿真技术与 AI。在传统的教学过程,学生可能会因为文字的枯燥而缺乏自主学习的积极性。在实践过程中,也会因畏针或担心错误操作引发不良后果而难以让学生过多实操,也无法反复练习。虚拟仿真系统如虚拟现实设备(VR 头盔,手套)模拟针刺前准备、取穴、针刺等操作,代替实操[29],更易于让学生接受和反复尝试。相比实际操作,还可以模拟一些突发情况,例如晕针、滞针、断针,以及养成针灸治疗的无菌意识[34]。同时这些虚拟仿真相比于枯燥的文字更能吸引学生的注意力,好奇心,激发学生进行自主学习的欲望。即便缺乏这样的设备,也可以选择网页或移动端 APP 模拟针灸,观察经络穴位图解,以及在虚拟中完成病史采集、问诊、诊断、制订针灸处方并完成针刺操作。使得课堂内容与临床紧密结合。

此外,人工智能如 ChatGPT,文心一言等大语言模型也有望参与其中,作为高校针灸教学工具。不过,现阶段的人工智能并不能完全取代传统的诊断和教育,需要进一步的研究来确保其安全有效性。以 ChatGPT 为例,ChatGPT 的穴位建议与病例报告中使用的穴位相比重叠不到一半[30]。不过对于从业人员和学生来说,也许能够起到一定的启发性的作用,而非指导作用。

4.4. 针灸学“医工交叉”式人才培养

在国内的科研之中,存在基础研究与临床脱节,成果难以回归和促进、提高临床疗效的问题。一项统计表明,发达国家的科技成果转化水平达70%,我国现为20% [35]。“新医科”背景下,将“医工交叉”融入教育也是一个非常重要的需求。尤其是 i-needles,电针等设备的流行,表明了其重要性。针具的进化与物理技术(电、光、声、磁等)相结合产生的治疗仪器的研发可能是针灸临床转化成果的重要方向 [36]。但中医基础理论等医学课程占据了大量的学时,直接添加工科和理科课程会大大增加学生的课业负担,减少课下自主学习消化的时间。在加增新课程的时候可以进行适当减负,将一些并不核心的中医课程与工科课程一起列为选修。以及对工科专业同学,尤其是对医学感兴趣的同学开展医工交叉教育 [37]。开设医工交叉专业,举办跨学科竞赛也是一个可行的方向。从而培养出足够的医工交叉所需要的有工程、物理、生物等多学科知识和临床经验的复合人才 [38]。这也有利于针灸学科与现代科学技术及方法的融合。

5. 结语

作为起源于我国传统中医的一门学科,针灸的前沿研究和技术却在逐渐区分于传统中医。尤其是近年来对针灸机制的理解逐渐深入,现代神经学和现代生化学对针灸机制的剖析也越来越深刻。还有新技术如组学技术,大数据,人工智能,虚拟现实的蓬勃发展,以及针灸学科全球化的趋势是传统针灸教育所不能应对和涵盖的。新技术,新需求使得我们要针对针灸学科进行一系列的教育改革。打破传统思维桎梏,将这些新技术融入到教育之中,鼓励学生自主学习,鼓励学科交叉迫在眉睫。

致 谢

感谢海南省教育厅和海南医学院对针灸教育改革的支持,感谢参与教学活动的海南医学院学生群体。

基金项目

1) 海南省教育厅,2024年1月至2025年12月,海南省高等学校教育教学改革研究项目,“思政视域下海南自贸区(港)针灸研究生 BOPPPS 培养模式探讨与实践”,项目编号: Hnjg202429,项目负责人: 沈巍。

2) 海南医学院,2023年度教育科研项目,“思政视域下海南自贸区(港)针灸研究生 BOPPPS 培养模式探讨与实践”,项目序号: 10,项目负责人: 沈巍。

3) 海南医学院,2018年起,大学生创新训练计划项目,“针刺夹脊穴联合耳穴贴压治疗原发性失眠的临床观察”,项目编号: S201911810021,项目负责人: 刘琬琰。

参考文献

- [1] Zhao, Z.Q. (2008) Neural Mechanism Underlying Acupuncture Analgesia. *Progress in Neurobiology*, **85**, 355-375. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2008.05.004>
- [2] 栗胜勇,何列涛,邹卓成,等. 基于 BOPPPS 模式的针灸学教学设计——以经络腧穴理论教学为例[J]. 中国中医药现代远程教育, 2021, 19(9): 30-32.
- [3] 鄢香芸,姚俊鹏,席梦含,等. 基于 CiteSpace 的针刺临床机制研究文献的可视化分析[J]. 中医杂志, 2023, 64(14): 1491-1499.
- [4] 赵吉平. 经络腧穴诊察——提高针灸临床诊治水平的重要手段[J]. 中国针灸, 2018, 38(10): 1119.
- [5] Li, J., Wang, Q., Liang, H.L., Dong, H.X., et al. (2012) Biophysical Characteristics of Meridians and Acupoints: A Systematic Review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2012**, Article ID: 793841. <https://doi.org/10.1155/2012/793841>
- [6] Maurer, N., Nissel, H., Egerbacher, M., et al. (2019) Anatomical Evidence of Acupuncture Meridians in the Human

- Extracellular Matrix: Results from a Macroscopic and Microscopic Interdisciplinary Multicentre Study on Human Corpses. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2019**, Article ID: 6976892. <https://doi.org/10.1155/2019/6976892>
- [7] Song, X.J., Wang, G.J., Li, H.Y., *et al.* (2021) Sixty Years of Meridian-Collateral Exploration: A Road of Interdisciplinary Research. *Acupuncture Research*, **46**, 527-532.
 - [8] Bai, X.B., Wu, R.Z., Zhang, Y., *et al.* (2020) Tissue Micro-Channels Formed by Collagen Fibers and Their Internal Components: Cellular Evidence of Proposed Meridian Conduits in Vertebrate Skin. *Microscopy and Microanalysis*, **26**, 1069-1075. <https://doi.org/10.1017/S1431927620024381>
 - [9] Yang, J.-W., Li, Q.-Q., Li, F., *et al.* (2014) The Holistic Effects of Acupuncture Treatment. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2014**, Article ID: 739708. <https://doi.org/10.1155/2014/739708>
 - [10] Liu, S.B., Wang, Z.F., Su, Y.S., *et al.* (2021) A Neuroanatomical Basis for Electroacupuncture to Drive the Vagal-Adrenal Axis. *Nature*, **598**, 641-645. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04001-4>
 - [11] Lin, Y., Yao, D.W. and Tang, L. (2004) A Study on Morphological Basis of Chinese Acupuncture and Moxibustion from Digital Human Body. *Acta Anatomica Sinica*, **35**, 337-343.
 - [12] Chae, Y., Chang, D.-S., Lee, S.-H., *et al.* (2013) Inserting Needles into the Body: A Meta-Analysis of Brain Activity Associated with Acupuncture Needle Stimulation. *The Journal of Pain*, **14**, 215-222. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2012.11.011>
 - [13] Lin, L.-L., Wang, Y.-H., Lai, C.-Y., *et al.* (2012) Systems Biology of Meridians, Acupoints, and Chinese Herbs in Disease. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2012**, Article ID: 372670. <https://doi.org/10.1155/2012/372670>
 - [14] Jia, J., Yu, Y., Deng, J.-H., *et al.* (2012) A Review of Omics Research in Acupuncture: The Relevance and Future Prospects for Understanding the Nature of Meridians and Acupoints. *Journal of Ethnopharmacology*, **140**, 594-603. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.01.034>
 - [15] Zhang, M.L., Shi, L., Deng, S.Z., *et al.* (2022) Effective Oriental Magic for Analgesia: Acupuncture. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2022**, Article 1451342. <https://doi.org/10.1155/2022/1451342>
 - [16] Li, Y.C., Yu, Y., Liu, Y.H., *et al.* (2022) Mast Cells and Acupuncture Analgesia. *Cells*, **11**, Article 860. <https://doi.org/10.3390/cells11050860>
 - [17] Goldman, N., Chen, M., Fujita, T., *et al.* (2010) Adenosine A1 Receptors Mediate Local Anti-Nociceptive Effects of Acupuncture. *Nature Neuroscience*, **13**, 883-888. <https://doi.org/10.1038/nn.2562>
 - [18] Zhang, Y.Q., Zhang, H.L., Nierhaus, T., *et al.* (2019) Default Mode Network as a Neural Substrate of Acupuncture: Evidence, Challenges and Strategy. *Frontiers in Neuroscience*, **13**, Article 424227. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00100>
 - [19] Lee, I.-S. and Chae, Y. (2022) Exploring Acupuncture Actions in the Body and Brain. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, **15**, 157-162. <https://doi.org/10.51507/j.jams.2022.15.3.157>
 - [20] Jung, W.-M., Lee, I.-S., Wallraven, C., *et al.* (2015) Cortical Activation Patterns of Bodily Attention Triggered by Acupuncture Stimulation. *Scientific Reports*, **5**, Article No. 12455. <https://doi.org/10.1038/srep12455>
 - [21] Ulloa, L. (2021) Neurons That Switch off Inflammation, *Nature*, **598**, 573-574. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-02714-0>
 - [22] Kawakita, K., Shinbara, H., Imai, K., *et al.* (2006) How Do Acupuncture and Moxibustion Act? Focusing on the Progress in Japanese Acupuncture Research. *Journal of Pharmacological Sciences*, **100**, 443-459. <https://doi.org/10.1254/jphs.CRJ06004X>
 - [23] Wang, H., Cui, J.J., Zhao, S.T., *et al.* (2021) Progress on the Experimental Research of Sciatic Nerve Injury with Acupuncture. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2021**, Article ID: 1401756. <https://doi.org/10.1155/2021/1401756>
 - [24] Tang, H.L., Guo, Y., Zhao, Y.D., *et al.* (2020) Effects and Mechanisms of Acupuncture Combined with Mesenchymal Stem Cell Transplantation on Neural Recovery after Spinal Cord Injury: Progress and Prospects. *Neural Plasticity*, **2020**, Article ID: 8890655. <https://doi.org/10.1155/2020/8890655>
 - [25] Li, J., Sun, M.S., Ye, J., *et al.* (2019) The Mechanism of Acupuncture in Treating Essential Hypertension: A Narrative Review. *International Journal of Hypertension*, **2019**, Article ID: 8676490. <https://doi.org/10.1155/2019/8676490>
 - [26] 王晓宇, 于清泉, 何伟, 等. 从“分子药”到“电子药”: SPARC 计划和针刺研究[J]. 针刺研究, 2019, 44(3): 157-160+175.
 - [27] 白桦, 孙珂, 徐森磊, 等. 组学技术在针灸研究领域中的应用现状[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(2): 428-431.
 - [28] Lin, J.-G., Kotha, P. and Chen, Y.-H. (2022) Understandings of Acupuncture Application and Mechanisms. *American*

Journal of Translational Research, **14**, Article 1469.

- [29] 庞瑞涵, 晏峻峰. 近 10 年虚拟仿真技术在针灸学科中的研究进展[J]. 中国当代医药, 2023, 30(8): 38-42.
- [30] Lee, H. (2023) Using ChatGPT as a Learning Tool in Acupuncture Education: Comparative Study. *JMIR Medical Education*, **9**, E47427. <https://doi.org/10.2196/47427>
- [31] 井明鑫, 王丽. 试述现代针灸教育模式的形成[J]. 中国针灸, 2020, 40(4): 429-433.
- [32] 曹江鹏, 杜元灏. 关于现代针灸学科建设的思考[J]. 中医药临床杂志, 2023, 35(6): 1049-1052.
- [33] 杨志虹, 杨孝芳, 陈盼碧, 等. 大数据信息化背景下培养学生科技创新能力的实验针灸学教学改革[J]. 中国中医药现代远程教育, 2022, 20(11): 186-187.
- [34] 王浩然, 王松鹏. 新医科背景下针灸学智能 + 教学培养模式实践[J]. 中国中医药现代远程教育, 2023, 21(18): 9-12.
- [35] 张高明, 张善从. 基于全过程的高校科技成果转化能力研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(23): 92-99.
- [36] 孙忠人, 田洪昭, 尹洪娜, 等. 基于“医工结合”探讨针灸发展演变[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(3): 1117-1119.
- [37] 徐天成, 卢东东, 温中蒙, 等. 医工结合视角下针灸专业人才的教育与培养——“新医科”背景下中国高等教育改革转型的实例分析[J]. 中国针灸, 2024, 44(2): 209-213.
- [38] 原帅, 黄宗英, 贺飞. 交叉与融合下学科建设的思考——以北京大学为例[J]. 中国高校科技, 2019(12): 4-7.