

针灸机器人的研究现状*

管世豪¹ 周可艳¹ 徐培鑫¹ 袁红¹ 孙军刚^{2△} 王超²

摘要:2010 年联合国教科文组织正式将“中医针灸”列入非物质文化遗产名录,针灸凭借着独特的优势走出国门,日益国际化,为全球人类的健康做出巨大贡献,但是针灸在国外发展的过程中,逐步被西化、中医特色被淡化、进程缓慢。因此,产出为国际所认可的针灸标准和相关专利刻不容缓,结合现代科学技术,产出标准化的智能针灸医疗设备,从而推动传统针灸健康发展,促进针灸国际化,为世界人民的健康献出中国力量,体现大国担当。

关键词:针灸机器人;智能医疗设备;针灸疗法

doi:10.3969/j.issn.1003-8914.2024.02.031

文章编号:1003-8914(2024)-02-0315-04

Research Progress of Acupuncture and Moxibustion Robot

GUAN Shihao¹ ZHOU Keyan¹ XU Peixin¹ YUAN Hong¹ SUN Jungang^{2△} WANG Chao²

(1. College of Acupuncture and Massage, Chengdu University of Chinese Medicine, Sichuan Province,

Chengdu 610032, China;

2. Sub-health Center, Sichuan Hospital of Integrated Traditional and Western Medicine, Sichuan Province, Chengdu 610041, China)

Abstract:In 2010, UNESCO officially listed “acupuncture and moxibustion of traditional Chinese medicine” into the intangible cultural heritage list. With its unique advantages, acupuncture and moxibustion has gone abroad and become increasingly international, making great contributions to worldwide human health. However, in the process of its development abroad, acupuncture and moxibustion has been gradually westernized, its characteristics have been diluted, and the process is slow. Therefore, it is urgent to produce internationally recognized acupuncture and moxibustion standards and related patents. Combined with modern science and technology, standardized intelligent acupuncture and moxibustion medical equipment can be produced, so as to promote the healthy development of traditional acupuncture and moxibustion, promote the internationalization of acupuncture and moxibustion, contribute China's strength to the health of people around the world, and reflect the responsibility of a big country.

Key words:acupuncture and moxibustion robot; intelligent medical device; acupuncture and moxibustion therapy

医疗活动中出现的第 1 个机器人是 1985 年外科活检手术中辅助定位神经的机器人,此后相继出现了各类医用机器人,例如医疗手术机器人、医疗辅助机器人和医疗康复机器人等^[1]。机器人在医疗活动中的运用极大地促进了医疗行业的健康发展,让人民群众切身体会到高科技所带来的便捷。在人工智能的时代背景下,针灸机器人的发展受文化、科技、经济等多方面因素的影响。笔者对目前公开报道的针灸机器人及相关技术以及世界各国针灸智能医疗设备研发的进展进行分析,以期对针灸机器人相关从业者和针灸国际化、现代化提供一定的启示。

1 智能针灸机器人国内外研发现状

国际上对于智能针灸设备研发的相关报道早在 20 世纪 90 年代就有了^[2],同时期中国对于针灸智能医疗设备的研发也逐步开始。印度圣泽维尔技术学院

将电极刺激扳机点放置于手套内,利用该技术来对患者手掌穴位进行定位与刺激^[3];美国 STROMATEC 公司研发的针刺传感器^[4]可以收集针灸师针刺手法的幅度、频率和时间等参数,进而将收集的数据进行量化;韩国庆熙大学利用手法波形的视觉反馈技术来指导初学者掌握针刺的提插手法^[5];杜明辉教授团队研发的智能电子针灸系统^[6]与华佗牌 SDZ-II 型电针仪联用治疗颈椎病、膝骨性关节炎;杨向萍等^[7]研制的穴位识别装置具有穴位识别和教学功能;成都中医药大学由梁繁荣教授等^[8]带领的团队借助冷光、心电图等多种检测手段为患者提供个体化的头痛针灸治疗方案。

目前来看,国际上医用机器人行业发展比较迅速,市场前景广阔,但是中国的相关行业仍处于初步阶段。随着经济全球化及社会老龄化的日渐加重,研发服务于广大人民群众的针灸机器人最终将逐渐走入寻常百姓的家庭之中。

1.1 市场广阔 需求旺盛 针灸作为中国在国际医疗领域中非药物疗法的主要代表,具备基础理论完善、临床实践丰富、操作简便、绿色疗法等优势。近年来,针

* 基金项目:四川省中医药管理局院士后备人才培养项目

作者单位:1. 成都中医药大学针灸推拿学院(四川 成都 610032);2.

四川省中西医结合医院亚健康中心(四川 成都 610041)

△通信作者:E-mail:32298854@qq.com

灸走出国门,面向世界,欧洲、韩国、日本派大量针灸留学生来华学习,目前已有 130 个国家和地区相继开展了关于中医针灸的学术研究和临床应用^[9]。据统计,国外的中医医疗机构已达十万多家,针灸、草药已完全纳入巴西全国统一医疗系统^[10]。但由于中国针灸医师数量有限,且培养一个优秀的外国针灸医师周期长、难度大、只可意会不可言传的针灸手法操作较多、在短时间内无法完全理解并掌握针灸知识和手法操作的精髓,这就必然导致针灸医师在临床应用中供不应求。因此,对于针灸的相关智能技术和设备需求巨大,智能针灸医疗设备的研发前景十分广阔。

1.2 中外医学文化与研发技术差异 中医学从宏观出发,通过整体观念来探索世界万物之间的相互关系、相互影响,从而指导临床实践;而西医学从微观出发,依靠实验室数据来研究物质的细微结构、成分和相关功能,从而导致两者理论体系、诊疗观念和学科特征都有所不同^[11]。且针灸知识大多为古文,翻译为白话文往往都精深难懂,翻译为外文更会将许多精髓错解,因此中外语言差异也导致在传道、授业、解惑时,会对一些针灸知识的含义发生错误的解读。

智能医疗设备是知识与科技的结合,中外智能医疗设备研发技术,侧重点也有所不同。国外注重高科技的提升,缺乏对针灸特色的解读,主要对针刺过程的一个具体细节展开;而国内大多从多个层面研究针灸,但技术层面有待提高。从研究目的来说,西方国家开展针灸研究的主要目的是解决目前西医临床中常规治疗难以解决的问题;国内临床试验目的大多是为了“弘扬中医药文化”,研究成果已经很少应用到各大医院或转化到针灸学院的教学之中,许多针灸特色因中外医学文化和技术差异等原因未被真正应用于智能医疗设备中。

2 智能针灸机器人的研发进展

智能针灸机器人可以笼统地分为针刺机器人和艾灸机器人,具体的技术包括穴位定位技术、智能配穴技术、针刺手法技术和艾灸手法技术等,笔者在查阅资料的过程中发现,有些文献或专利虽然没有直接提及针灸机器人,但事实上是对针灸机器人相关技术的阐发或研究,故一并纳入讨论范围。

2.1 针刺机器人的研发进展 穴位定位技术:《黄帝内经》云:“刺之有道乎?岐伯答曰:刺此者,必中气穴,无中肉节。中气穴,则针游于巷,中肉节,则皮肤痛”。针刺的前提是准确地进行穴位定位,能否准确定位,直接影响治疗效果。传统的定位方式有:解剖标志定位法;骨度分寸法;指寸定位法。《灵枢·九针十二原》载:“五脏有疾,当取之十二原”,原穴对于疾病的诊断更具代表性。研究发现原穴导电量稳定,穴敏现象明显^[12],对穴位定位技术的研发提供了启示。

中国对于穴位定位的研究与探索比比皆是。李延泽等^[13]带领的团队研究发现经络穴位处呈现出低阻抗、高电导率的特征,而非穴位特征恰恰相反,研发出简易人体穴位识别治疗仪,仅需将仪器的探头放在皮肤上即可判断穴位和非穴位。中医腧穴智能定位系统具有 2 种寻穴功能:手动寻穴,可以随机选择背部穴位,从而进行定位;模式穴,将多个穴位组成的不同模式,选择需要的模式来对多个穴位进行定位^[14]。张竞心等^[15]根据数字经络理论自主研发了智能针灸机器人,通过经络循行路线的特征提取其几何特征,利用计算机编程做出了分型经络图,再将其与机器视觉技术结合,首创了针灸机器人自动定穴功能,且初步完成人体试验。

进针技术:穴位定位正确后,针刺时进针的速度、深度、准确度、稳定度都需要纳入技术研发范围。机器人的结构与人体生理结构有着巨大的差异,人机交互的柔顺性及安全性是研发智能针灸机器人的重点问题,穴位定位准确后,如何安全、准确、快速地进针就显得尤为重要。笔者通过查阅相关资料发现,针灸机器人在进针技术方面始终都在不断完善,并且部分已投入临床使用。自动针刺机械手^[16]可以对针刺的深度、速度、角度和间隔时间等数据加以收集与分析,对针刺过程中的各项参数进行定量定性分析,为进针技术的发展提供数据支撑。储雨奕带领的团队研发了微创手术穿刺机器人的弧形导轨 RCM 进针装置,实现了对进针姿势的调节,进针的角度可以随意调节,此装置在快速进针方面取得了巨大进步,减轻了针刺的疼痛感,可直达病灶^[17]。自动进针路径规划:分析穿刺针的实时路径,引导穿刺针以指定的路径进行穿刺,提高了穿刺的安全性和有效性,缩小了因针刺组织的形态变异、体位改变等带来的针刺误差^[18]。

智能配穴技术:《针灸精义》云:“不知穴之配合,犹如癫马乱跑,不独不能治病,且有使病机变生他种危险之状态”,强调了穴位配伍的重要性。徐天成等^[19]研发的数字-经络智能针灸机器人系统,除具有前述技术外,还研发出智能穴位配伍的技术。智能配穴技术可以说是智能针灸机器人研发的重点和难点,机器人智能配穴技术要求将传统的针灸理论和针灸特色转化为符合现代医学的模式,并且将其与科学技术相结合,目前徐天成团队基于图论的智能针灸配穴系统,在构建腧穴-主治网络的基础上,通过穴-症的小世界网络,为智能配穴模型的建立提供了一种可行的思路,为智能配穴开具中医针灸处方奠定了坚实的基础^[19]。

针刺手法模拟技术:针刺时的行针手法是取得临床疗效的重要手段,针刺手法的刺激量与针刺疗效密切相关^[20]。临床医师在临床工作中主观性强、受自身

经验和惯性思维的影响,导致针刺的刺激量不统一,因此建立标准化的手法操作十分必要。古代医家对于针刺手法量的划定也不甚明确,在初始阶段并无固定标准,直到上世纪 70 年代,石学敏院士提出了针刺手法量学的概念^[21],随后开展了对针刺手法量学的研究,运用多项技术,对针刺的角度、深度、时间、频率、强度等数据进行研究。笔者通过查阅资料,发现现有的针刺手法模拟技术包括:杨华元等^[22]研制的针刺手法参数分析仪可以将针灸师的针刺手法变换为电信号;涂涛等^[23]运用计算机视觉技术对针刺手法进行区分、归类,将获得的针刺手法特征输入分类器,该技术对不同的针刺手法区分正确率已达 95.3%。但在针刺手法模拟技术方面,目前的相关研究在病证、穴位方面都较为单一,需要研究者投入更大的精力解决此技术。

2.2 艾灸机器人的研发进展 与针灸机器人相比,艾灸机器人的开发难度相对较低。研发艾灸机器人的相关技术,就要了解传统艾灸在操作过程中的不足:传统人工艾灸对温度难以控制,易灼伤皮肤、艾草燃烧时的烟雾常布满整个诊室,费时费力。针对相关问题,需要研发对应的技术,包括温度感应技术、燃烧后烟雾收集技术、艾灸手法技术等。针对相关技术,国内也已有研究:赵国友等^[24]设计了基于 STM32 的艾灸机械臂,可执行包括回旋灸和雀啄灸在内的多种灸法操作;张艳^[25]设计了一种智能艾灸仪,对人工艾灸操作手法进行模拟,并选择适当的传感器,保证操作的精确性、安全性和有效性;张季冬^[26]的智能化艾灸治疗装置可以实现多根艾条同时燃烧,燃烧时可以升降和旋转,并装有清洁过滤系统。艾灸机器人的各项技术已相对成熟,临床治疗中也大受欢迎。由于艾条的操作相对简单,专业要求不高,多数患者以家用为主,所以与针刺机器人相比较,针对医院具备高度自动化技术的艾灸机器人的需求和应用相对较少。

3 不足与展望

目前来看,智能针灸机器人是针灸研究的一个全新领域,其研究取得了一些突破性进展,智能针灸机器人的投入使用将会减轻临床医生的工作负担,使医疗资源得以更加合理的分配;有利于收集临床数据,提高针灸的可信度,促进兼顾针灸特色的、标准化的国际临床治疗与评价体系的建立^[27]。

从整体来看,智能针灸机器人发展存在以下不足:智能针灸机器人虽在发展,但进展相对缓慢,原因在于研究人员少、研发成本高、核心技术难突破、学科特色与现代科学技术结合难度高、政府支持力度不够、政策倾斜力度不大、行业规范不够完善等,这都使得针灸机器人的研发困难重重,进度缓慢^[28,29]。人机交互的柔顺性与安全性决定了智能针灸机器人研发成功后,投入临床使用还需要很长的时间、很艰辛的努力。从古

至今,针灸乃至整个中医行业都是医患直面沟通,针灸的治疗亦是如此。机器人对于针刺手法的模拟是否可以像针灸医师一样安全有效,人机交互的柔顺性与安全性方面还需做努力。相关从业人员对针灸经典内容学习不够透彻,针灸基础研究与临床严重脱节,研究成果难以回归、提升临床疗效,科研人员与临床医师的联系不够紧密,使临床特色常常难以与科技结合。

4 结语

前途是光明的,道路是曲折的,任何事物的发展都要历经曲折,应对其有理性的、客观的认识,在人工智能发展新时代,研发者需要有科学的哲学思考^[30],对智能针灸机器人的研发亦是如此,勇于面对新的问题,提高自主创新能力,一切从实际出发。作为一名针灸人,要以严谨的、科学的态度去传播和发展针灸,发展中医,学习新思想、开拓新思路、研发新技术,产出国际认可的标准,从而促进智能针灸机器人的研制与推广。智能针灸机器人的治疗并不意味着绝对化的治疗方案,统一机器人的针灸治疗标准也并非绝对化的统一,并非所有患者都采取一样的治疗方案,需要在为患者提供个性化针灸治疗与针刺量学的规范化研究之间取得均衡,这也会极大促进针灸学传播与发展。智能针灸机器人是机械工程、生物医学、计算机技术等多个学科的交汇贯通,是针灸在新时代走出国门、面向世界、逐步现代化过程中迈出的关键一步。

参考文献

- [1] 黎文娟,马泽洋,曾磊,等. 国内外医疗机器人发展现状及趋势[J]. 机器人产业,2022(6):72-86.
- [2] LITSCHER G, WANG L, YANG NH, et al. Ultrasound-monitored effects of acupuncture on brain and eye[J]. Neurol Res, 1999, 21(4): 373-377.
- [3] MAHESH MUNDE, VIKRANT KERKAR, OMKAR KARANDE, et al. Design and implementation of acupressure therapy using pancake vibrators to trigger palm points[J]. Int Advan Sci Engineer Technology, 2016, 4(4): 99-102.
- [4] DAVIS RT, CHURCHILL DL, BADGER GJ, et al. A new method for quantifying the needling component of acupuncture treatments[J]. Acupunct Med, 2012, 30(2): 113-119.
- [5] JUNG WM, LIM J, LEE IS, et al. Sensorimotor learning of acupuncture needle manipulation using visual feedback[J]. PLoS One, 2015, 10(9): e0139340.
- [6] 谭其琛,梁兆晖,刘健华,等. NX-DJ01 智能电子针灸系统电针治疗膝骨性关节炎的临床疗效[J]. 中国老年学杂志,2014(17): 4768-4770.
- [7] 杨向萍,夏志远. 新型嵌入式穴位识别装置的设计[J]. 中国针灸, 2018, 38(6): 675-678.
- [8] 梁繁荣,杨洁,任玉兰,等. 一种治疗偏头痛的智能循证针灸诊疗仪: CN102698365A[P]. 2012-10-03.
- [9] 杨宇洋,骆璐. 世界针灸学会联合会 中医针灸走进“一带一路”沿线国家[J]. 中国社会组织,2017(22): 45-46.
- [10] 刘融,原韬雄,吴杰,等. 中医药为人类健康福祉贡献力量[N]. 人民日报,2023-01-12(3).
- [11] 周荣易,马丙祥,韩新民,等. 论中西医的整体观念[J]. 中华中

- 医药杂志,2019,34(7):2854-2858.
- [12] 魏建子,周钰,华连明,等. 六阴经原穴伏安特征的昼夜规律研究[J]. 中医药学刊,2004,22(2):233-234
- [13] 李延泽,刘彦博,朱凯晖,等. 简易人体穴位识别治疗仪[J]. 吉林大学学报(信息科学版),2010,28(6):609-615.
- [14] 朱明星. 中医腧穴智能定位系统设计[D]. 长沙:中南大学,2012.
- [15] 张竞心,孙琦,林祺,等. 数字经络智能针灸机器人的研发思路探讨[J]. 中医药导报,2018,24(19):66-68.
- [16] 章浩伟,朱训生,王震虹,等. 自动针刺机械手的研制及其在失血性休克中的应用分析[J]. 生物医学工程学杂志,2008,25(4):801-804,841.
- [17] 中国科学院苏州生物医学工程技术研究所. 用于微创手术穿刺机器人的弧形导轨 RCM 进针装置:CN201822133886.3[P]. 2020-01-14.
- [18] 刘文轩. 基于视频图像识别的自动穿刺进针机理的研究[D]. 天津:天津科技大学,2010.
- [19] 徐天成,王雪军,卢东东,等. 智能针灸机器人关键技术及发展趋势[J]. 智能科学与技术学报,2019,1(3):305-310.
- [20] 李凌鑫,孟智宏,石学敏. 针刺刺激量影响因素研究进展[J]. 新中医,2012,44(5):121-123.
- [21] 秦晨阳,卓碧芳,张梦龙,等. 针刺手法量学研究进展[J]. 中医药学报,2022,50(5):115-119.
- [22] 杨华元,顾训杰,王志煜,等. 针刺手法参数分析仪研制及其应用[J]. 上海针灸杂志,1991,10(3):35-36.
- [23] 涂涛,苏业豪,宿翀,等. 一种基于计算机视觉的针刺手法分类系统开发与应用[J]. 针刺研究,2021,46(6):469-473.
- [24] 赵国友,刘宜成,涂海燕,等. 艾灸机械臂的设计与应用[J]. 针刺研究,2020,45(11):936-940.
- [25] 张艳. 一种智能艾灸仪设计方案[J]. 信息技术与信息化,2020,(12):207-208.
- [26] 张季冬. 一种智能化艾灸治疗装置:CN106236563B[P]. 2018-07-31.
- [27] 中国针灸学会发布推进针灸高质量发展“十四五”规划纲要:推进针灸学科多元协调发展[J]. 中医杂志,2022,63(5):415.
- [28] 魏江艳,付渊博,刘璐,等. 智能针灸机器人的关键技术研究进展[J]. 中华中医药杂志,2021,36(2):979-982.
- [29] 徐天成,夏有兵. 智能医疗设备研发与针灸国际化:来自针灸机器人研发者的思考[J]. 中国针灸,2022,42(2):199-202.
- [30] 郑南宁. 人工智能新时代[J]. 智能科学与技术学报,2019,1(1):1-3.

(编辑:李佳丽 收稿日期:2023-04-12)

针灸联合隔物灸治疗血瘀型腰椎间盘突出症 35 例

林小安

摘要:目的 观察针灸联合隔物灸治疗血瘀型腰椎间盘突出症的疗效。方法 选择 2021 年 1 月—2023 年 3 月在遂川县中医院诊治的血瘀型腰椎间盘突出症患者 70 例,根据随机数表法分为 2 组,各 35 例。对照组给予针灸治疗,观察组给予针灸联合隔物灸治疗。比较 2 组腰椎功能、中医证候积分及治疗有效性。结果 治疗 3 个疗程后,观察组腰椎功能评分及中医证候积分均比对照组低($P < 0.05$);观察组治疗总有效率比对照组高($P < 0.05$)。结论 血瘀型腰椎间盘突出症采用针灸配合隔物灸治疗,效果好,不仅能有效改善患者的腰椎功能,还能缓解患者的临床症状,减轻痛苦。

关键词:痹证;腰椎间盘突出症;血瘀证;针灸疗法;隔物灸

doi:10.3969/j.issn.1003-8914.2024.02.032 文章编号:1003-8914(2024)-02-0318-04

腰椎间盘突出症是临床常见的一种脊柱退行性疾病,也是脊柱外科常见且多发的疾病之一,主要是由腰椎间盘突出退变、纤维环部分破裂或全部破裂、髓核突出刺激或压迫脊神经或脊髓所致,患者可出现腰疼、坐骨神经痛、下肢麻木及马尾综合征等症状,可因严重疼痛而限制患者的日常活动,致使其不能进行正常生活、学习、工作等,甚至丧失劳动能力及日常生活自理能力等^[1]。近年来,随着对腰椎间盘突出症的进一步认识及中医学理论的不断发展与普及,张冲锋等^[2]研究发现,灸法、针刺、推拿、中药等中医特色疗法均可用于血瘀型腰椎间盘突出症的治疗。针灸是针刺和艾灸的结合,针刺指的是采用金属针具刺激人体穴位;艾灸指的

是通过艾炷燃烧的温度刺激人体穴位;针灸因具有微创、有效、安全、简便等优势,在临床常用于腰椎间盘突出、坐骨神经痛、中枢及外周神经损伤等病证^[3]。隔物灸主要是指以艾炷为灸材,以新鲜姜片(或姜末)、蒜片(或蒜泥)、盐、药(如附片、吴茱萸)等作为隔衬物来进行施灸的一种方法,既能发挥艾灸的作用,又能刺激经络穴位^[4]。但目前,临床对于上述 2 种治疗方式联合应用的研究报道相对较少,鉴于此,本研究选取在遂川县中医院诊治的 70 例血瘀型腰椎间盘突出症患者设计对照试验,进一步剖析两者配合治疗的临床效果,具体如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 1 月—2023 年 3 月在遂川县中医院诊治的 70 例血瘀型腰椎间盘突出症患者,

作者单位:江西省遂川县中医院针灸康复一科(江西 遂川 343900)

通信方式:E-mail:ggh13291545102@126.com