

# 人工智能在中医非药物治疗法治疗肌肉骨骼疾病中的应用前景

魏戌<sup>1,2</sup>, 王旭<sup>1</sup>, 冯天笑<sup>1,3</sup>, 朱立国<sup>1,2</sup>

(1. 中国中医科学院望京医院, 北京 100102; 2. 数智中医防治骨与关节退行性疾病北京市重点实验室, 北京 100102; 3. 北京中医药大学, 北京 100029)

关键词 中医药; 肌肉骨骼疾病; 人工智能; 中医手法; 传统功法

中图分类号: R68

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20250005

## Application prospect of artificial intelligence in the treatment of musculoskeletal disease by non-pharmaceutical therapy in traditional Chinese medicine

WEI Xu<sup>1,2</sup>, WANG Xu<sup>1</sup>, FENG Tian-xiao<sup>3</sup>, ZHU Li-guo<sup>1,2</sup> (1. Wangjing Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing, 100102, China; 2. Beijing Key Laboratory for the Digital and Intelligent Chinese Medicine Prevention and Treatment of Bone and Joint Degenerative Diseases, Wangjing Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing, 100102, China; 3. Beijing University of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100029, China)

KEYWORDS Traditional Chinese medicine; Musculoskeletal disease; Artificial intelligence; Traditional Chinese medical manipulation; Traditional chinese exercises



(朱立国院士)

随着现代社会生活方式的改变, 肌肉骨骼疾病 (musculoskeletal disease, MD) 已取代了创伤性疾病, 成为骨科门诊最常见的病种<sup>[1-2]</sup>, 目前已成为我国疾病负担最为严重的大类疾病之一<sup>[3]</sup>。以中医手法、传统功法等为代表的中医非药物治疗法是中医防治该类疾病的常用手段<sup>[4]</sup>, 不仅疗效可观<sup>[5-6]</sup>, 同时相较于手术治疗还具有“简、便、廉、验”的特点, 其中以旋提手法为代表的颈椎病手法治疗研究成果已被纳入国际指南<sup>[7]</sup>, 且其远期经济效益优于外科治疗<sup>[8]</sup>。然而, 目前中医非药物治疗法在肌肉骨骼系统疾病中的应用与推广存在诸多瓶颈问题, 限制了其进一步发展<sup>[9]</sup>。2024 年初, 工信部等七

部门发布的《关于推动未来产业创新发展的实施意见》明确指出: “把握全球科技创新和产业发展趋势, 重点推进未来制造、未来信息、未来材料、未来能源、未来空间和未来健康六大方向产业发展。”在“未来健康”产业方面, 《意见》提出“加快人工智能等技术赋能新型医疗服务, 研发融合数字孪生脑机交互等先进技术的高端医疗装备和健康用品”等内容。人工智能 (artificial intelligence, AI) 技术的广泛应用以及多学科交叉研究方法<sup>[10]</sup>为中医药现代化、特别是中医非药物治疗法研究现代化提供了技术支持, 也将成为骨伤科现代化发展的全新动能。AI 助力中医药研究现代化进程, 推动骨伤科诊疗智能化发展, 带动传统医学与前沿科技领域相辅相成、有机结合, 将成为新时代骨伤科发展的全新课题。

### 1 AI 助力数智诊疗决策及中医理论解读

诊断是临床工作的核心环节, 快速准确的诊断是优质医疗服务的前提。目前临床工作中常用于诊断 MD 的影像学结果分析通常存在一定的主观性, 整合计算机技术与 AI 赋能的影像组学技术<sup>[11]</sup>能够定量分析医学影像大数据进而实现临床辅助决策。在骨伤科疾病诊断方面的应用前景、特别是针对 MD 的应用受到广泛关注: 通过提取影像图像中定量、特征性信息并分析建模, 可实现对各解剖结构的模块化特征描述; 大量影像信息的累积挖掘能够实现影像特征整合, 辅助医师作出更准确、更快速的诊

基金项目: 国家中医药管理局中医药传承创新团队项目 (编号: ZYY-CXTD-C-202003); 北京市科技新星交叉合作课题 (编号: 20220484228); 高水平中医医院建设项目中医药临床循证研究专项 (编号: WJYY-XZKT-2023-05)

Fund program: Traditional Chinese Medicine inheritance and innovation team project of State Administration of Traditional Chinese Medicine (No. ZYYCXTD-C-202003)

通信作者: 朱立国 E-mail: tcmspine@163.com

Corresponding author: ZHU Li-guo E-mail: tcmspine@163.com

断。目前,已有多具备辅助诊断潜力的人工智能数字模型投入实际临床工作,算法的精进与数据的积累将进一步优化人工智能设备的诊断精度。

此外,基于核磁共振技术对肌肉软组织成像的优势,通过影像组学技术的出现及其与 AI 算法的联合,颈肌群成像构建颈椎失稳影像学模型成为了可能<sup>[12]</sup>,这对颈椎失稳的诊断以及中医筋骨理论<sup>[13-14]</sup>中“筋束骨”“筋骨平衡”的生物学特征进行高精度数字化阐释具有重要意义,是实现中医理论的现代科学阐释的路径之一。

## 2 AI 促进中医非药物疗法机制探索研究

效应机制研究是中医非药物疗法的主要研究方向,也是实现中医非药物疗法现代化与国际化推广的关键一环,但其效应靶点的不明确是该类疗法推广应用一大桎梏。疼痛是 MD 的主要临床表现之一,也是 MD 患者的核心诉求。以中医手法为代表的中医非药物疗法具有较好的镇痛效果,但镇痛靶点的精确定位需要现代科学技术的支持。随着功能核磁共振技术(functional magnetic resonance imaging, fMRI)技术的发展及其与 AI 的整合,高精度数字化镇痛靶点的定位及特征分析已成为可能。整合中医手法治疗 MD 镇痛优效患者的功能影像信息,形成优效患者中枢数据队列,通过大数据、深度学习算法累积迭代,能够精确定位手法治疗效应作用的靶向脑区集合,分析各脑区功能连接模式的改变,实现手法镇痛效应的高精度数字化解析。

此外,生物力学效应是非药物疗法效应机制研究的主要方向之一,有限元模型是研究骨生物力学的常用手段。AI 技术与有限元技术的结合具有先天优势,二者的有机结合可实现图像处理与分割的自动化、智能化、精细化<sup>[15]</sup>,同时降低人工图像分割的潜在错误概率与时间成本,提高研究效率。

## 3 AI 推动中医非药物疗法技术教学传承

传承与发展一直是传统医学的主旋律,也是中医从业者的责任与使命。但中医手法作为非药物疗法的教学传承一直存在困难:一方面,手法操作存在一定的风险,可能导致软组织挫伤或脊髓损伤等医疗事故<sup>[16-17]</sup>,青年医师通常无法直接开展临床实践;另一方面,我国缺少足够数量的高水平医师与专业培训技术员负责教学,特别是在基层单位和偏远地区。随着生物力学技术和运动学分析技术的发展,中医手法与传统功法的操作过程数字化已经实现。以手法教学考核机器人<sup>[18]</sup>为代表的数字化教学设备实现了中医非药物疗法的标准化传承,摆脱了近千年来中医物理疗法“口传身授”的教学传承模式,是中医药现代化进程的重要标志之一。

近年来,随着虚拟现实技术(virtual reality, VR),互联网设备及人工智能算法的发展,远程数字化教学平台成为医疗技术教学的全新方式。该平台能够形成一套虚拟的、可交互的数字世界,实现远程教学与虚拟操作相结合,是实现中医特色疗法教学传承推广的潜在手段之一。目前该技术已在外科手术领域开展了广泛的探索实践,逐步摸索出了诸如混合现实手术教学培训、混合现实远程手术操作等全新应用场景。相较于手法教学考核机器人等教学设备,混合现实远程数字化教学平台能够在虚拟平台中模拟治疗场景,具备交互、模拟、实践一体化的优势,同时教学平台所需的 VR 设备相较于传统的教学考核平台具有更好的便携性。随着我国 5G 基础设施的广泛铺设和 5G 网络的普及,远程信息传递的单位时间信息传递量与精度也不断提高,这在社会人口老龄化加剧、基层骨健康服务能力不足<sup>[19]</sup>的时代背景下具备极佳的应用前景,并可能成为“数智医疗”新时代中的代表性技术,为推进我国“健康中国 2030 计划”提供全新动能。

## 4 AI 赋能中医非药物疗法装备研发转化

AI 在图像识别、神经网络、机器人开发等关键技术环节的迅速发展对多学科交叉融合进程起到了极大的推动作用,也为中医学的现代化进程提供了新的动能。目前,已有许多中医非药物疗法相关工作通过人工智能相关技术实现了突破,主要体现在智能化手法模拟设备的开发应用、算法强化机器人手法治疗方案选择等方面。

基于 AI 技术、遗传算法等技术手段研发的手法机器人<sup>[20]</sup>已在多家单位投入应用。智能化手法模拟机器人能够自主完成干预过程,并通过算法迭代优化诊疗方案,是解决临床诊疗资源分配不均的路径之一;同时,由于其模拟手法可实现多次操作一致性的特征,该类设备通常还被用于手法效应机制的临床与基础研究<sup>[21]</sup>,可减少研究混杂因素,并能直接生成结局指标或图像,极大促进了手法的应用基础研究及效应机制研究的发展。此外,AI 算法还广泛应用于运动医学与传统功法设备研发:基于卷积神经网络和长短期记忆相结合的 AI 模型,可捕获识别八段锦<sup>[22]</sup>、太极拳等动作序列,实现高精度数字化动作识别;AI 与虚拟现实技术相结合的传统功法教学设备<sup>[23]</sup>具有轻量级、便携性的特征,通过实时显示动作指导轨迹,提供现实教学无法实现的视觉效果,快速提高学习者的动作精度和交流兴趣,并以低成本实现了多用户动作训练平台的构建,具有较好的推广应用前景。同时一些设备已在临床工作中投入使用,如基于 AI 算法的自动控温火罐,成为国家“形成新

质生产力”的中医特色方案。

## 5 小结与展望

肌肉骨骼疾病是中医骨伤科治疗优势病种,中医非药物疗法则是临床工作中最为常见的治疗手段之一,中医正骨疗法作为代表已在 2006 年被列为首批国家非物质文化遗产(IX-6),而八段锦、五禽戏等中医特色功能锻炼<sup>[24-25]</sup>也在运动医学逐步发展的今天受到更多的关注。在目前医学研究标准化、现代化、国际化的大趋势下,通过更科学的研究方法联合现代化的仪器设备,进一步深层次阐释中医非药物疗法治疗肌肉骨骼疾病的效应机制,实现中医特色技术的国际化推广,解决广大人民群众、特别是基层单位与偏远地区人民群众骨健康问题的实际需求,是新一代中医从业者的使命与担当。在“数智医学”时代,AI 技术将逐渐成为中医骨伤科领域的革命性力量,在中医骨伤科临床、特色疗法教育传承等方面全方位地为古老的中医骨伤科学注入新活力,这将明显提升中医骨伤科的国际竞争力。

在“医工结合”研究模式<sup>[26]</sup>愈发普及、国家强调“高质量发展”的时代背景下,以 AI 技术为代表的现代科学技术为当代中医非药物疗法从业者提供了诸多全新的研究方法与实践路径,数字化中医非药物疗法轨迹仿真、可视化效应分析、动态化操作流程还原解析均已逐步实现。中医非药物疗法研究现代化是实现中医学科现代化的核心内容与前沿阵地,也是中医非药物疗法研究领域面临的全新挑战。在国家发展“新质生产力”的要求下,以临床实际问题为导向,发挥 AI 技术的高精度数字化优势,推动肌肉骨骼疾病数智诊断模式构建,促进中医非药物疗法效应机制靶点高精度定位解析,以现代新质科技手段阐释传统中医学原理,助推中医非药物特色优势诊疗技术的数字化传承,赋能特色疗法设备研发与成果转化,推动传统医学学科与现代技术打破壁垒交叉融合,在多学科、多层次的整合和互动中取得“1+1>2”的研究效果,最终助力传统中医非药物疗法研究的现代化进程与国际化推广,将是国家“十五五”期间中医非药物疗法研究者的主要工作目标。

### 参考文献

- [1] THEODORE N. Degenerative cervical spondylosis[J]. *N Engl J Med*, 2020, 383(2): 159-168.
- [2] SAFIRI S, KOLAHI A A, HOY D, et al. Global, regional, and national burden of neck pain in the general population, 1990-2017: systematic analysis of the global burden of disease study 2017[J]. *BMJ*, 2020, 368: m791.
- [3] ZHOU M G, WANG H D, ZENG X Y, et al. Mortality, morbidity, and risk factors in China and its provinces, 1990-2017: a systematic analysis for the global burden of disease study 2017[J]. *Lancet*, 2019, 394(10204): 1145-1158.
- [4] THOOMES E, THOOMES-DE GRAAF M, CLELAND J, et al. Timing of evidence-based non-surgical interventions as part of multimodal treatment guidelines for the management of cervical radiculopathy: a Delphi study protocol[J]. *BMJ Open*, 2021, 11(3): e043021.
- [5] ZHU L G, WEI X, WANG S Q. Does cervical spine manipulation reduce pain in people with degenerative cervical radiculopathy? A systematic review of the evidence, and a meta-analysis[J]. *Clin Rehabil*, 2016, 30(2): 145-155.
- [6] WEI X, WANG S Q, LI J X, et al. Complementary and alternative medicine for the management of cervical radiculopathy: an overview of systematic reviews[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015, 2015: 793649.
- [7] BLANPIED P R, GROSS A R, ELLIOTT J M, et al. Neck Pain: Revision 2017 clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the orthopaedic section of the american physical therapy association[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2017, 47(7): A1-A83.
- [8] CARREON L Y, ANDERSON P A, TRAYNELIS V C, et al. Cost-effectiveness of single-level anterior cervical discectomy and fusion five years after surgery[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013, 38(6): 471-475.
- [9] 魏戎, 韩涛, 孙凯, 等. 中医药防治骨与关节退行性疾病的优势、关键问题及研究策略[J]. *中国全科医学*, 2021, 24(35): 4421-4426.
- [10] WEI X, HAN T, SUN K, et al. Advantages, key issues and research strategies of traditional Chinese medicine in the prevention and treatment of bone and joint degenerative diseases[J]. *Chin Gen Pract*, 2021, 24(35): 4421-4426. Chinese.
- [10] 朱立国, 冯天笑, 王旭, 等. 多学科交叉背景下中医手法治疗颈椎病效应机制研究现状与思考[J]. *中国骨伤*, 2024, 37(7): 734-742.
- [11] ZHU L G, FENG T X, WANG X, et al. Research status and reflection of the mechanism of TCM manipulation in the treatment of cervical spondylosis under the background of multi-disciplinary intersection[J]. *China J Orthop Traumatol*, 2024, 37(7): 734-742. Chinese.
- [11] LAMBIN P, RIOS-VELAZQUEZ E, LEIJENAAR R, et al. Radiomics: extracting more information from medical images using advanced feature analysis[J]. *Eur J Cancer*, 2012, 48(4): 441-446.
- [12] 路广琦, 崔莹, 李靖, 等. 依据 MRI 影像组学数据构建颈椎失稳诊断分类模型的可行性[J]. *中国组织工程研究*, 2024, 28(33): 5370-5374.
- [13] LU G Q, CUI Y, LI J, et al. Feasibility of constructing a diagnostic classification model for cervical instability by magnetic resonance imaging radiomics[J]. *Chin J Tissue Eng Res*, 2024, 28(33): 5370-5374. Chinese.
- [14] WANG X, JIN Z K, FENG T X, et al. The immediate effect of cervical rotation-traction manipulation on cervical paravertebral soft tissue: a study using soft tissue tension cloud chart technology[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2024, 25(1): 184.
- [14] 王旭, 王海美, 陈松浩, 等. 旋提手法治疗神经根型颈椎病的应力及椎间孔形态学特征: 三维有限元分析[J]. *中国组织工程研究*, 2025, 29(3): 441-447.

- WANG X, WANG H M, CHEN S H, et al. Stress and morphological characteristics of intervertebral foramen of cervical rotation-traction manipulation for treating cervical spondylotic radiculopathy: a three-dimensional finite element analysis [J]. Chin J Tissue Eng Res, 2025, 29(3): 441-447. Chinese.
- [15] KAKAVAND R, PALIZI M, TAHGHIGHI P, et al. Integration of Swin UNETR and statistical shape modeling for a semi-automated segmentation of the knee and biomechanical modeling of articular cartilage [J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 2748.
- [16] SMITH M S, OLIVAS J, SMITH K. Manipulative therapies: what works [J]. Am Fam Physician, 2019, 99(4): 248-252.
- [17] NIELSEN S M, TARP S, CHRISTENSEN R, et al. The risk associated with spinal manipulation: an overview of reviews [J]. Syst Rev, 2017, 6(1): 64.
- [18] HUANG Y C, LI S, FENG M S, et al. Cervical spine mechanism for reproduction of the biomechanical behaviours of the human neck during rotation-traction manipulation [J]. Appl Bionics Biomech, 2017, 2017: 5829048.
- [19] 朱立国, 魏戌, 章轶立. 构建中医药防控体系对实施骨健康计划的战略意义 [J]. 中国骨伤, 2024, 37(1): 1-2.
- ZHU L G, WEI X, ZHANG Y L. Strategic significance of constructing a Chinese medicine prevention and control system for the implementation of the bone health program [J]. China J Orthop Traumatol, 2024, 37(1): 1-2. Chinese.
- [20] 杨羚, 王继红, 高一城, 等. 基于人工智能机械臂探讨一指禅推法人-兔手法压力参数的关系 [J]. 广州中医药大学学报, 2021, 38(10): 2231-2235.
- YANG L, WANG J H, GAO Y C, et al. Exploring the relationship between manipulation pressure parameters of humans and rabbits for single-finger meditation pushing by artificial intelligence mechanical arm [J]. J Guangzhou Univ Tradit Chin Med, 2021, 38(10): 2231-2235. Chinese.
- [21] FUNABASHI M, NOUGAROU F, DESCARREAU M, et al. Spinal tissue loading created by different methods of spinal manipulative therapy application [J]. Spine, 2017, 42(9): 635-643.
- [22] CHEN J, WANG J P, YUAN Q, et al. CNN-LSTM model for recognizing video-recorded actions performed in a traditional Chinese exercise [J]. IEEE J Transl Eng Health Med, 2023, 11: 351-359.
- [23] TIAN F, NI S T, ZHANG X Y, et al. Enhancing Tai Chi training system: towards group-based and hyper-realistic training experiences [J]. IEEE Trans Vis Comput Graph, 2024, 30(5): 2713-2723.
- [24] WEI X, XU A L, YIN Y K, et al. The potential effect of *Wuqinxi* exercise for primary osteoporosis: a systematic review and meta-analysis [J]. Maturitas, 2015, 82(4): 346-354.
- [25] LI F Z, HARMER P, FITZGERALD K, et al. Tai Chi and postural stability in patients with Parkinson's disease [J]. N Engl J Med, 2012, 366(6): 511-519.
- [26] 王旭, 魏戌, 朱立国, 等. 医工结合的中医手法治疗脊柱退行性疾病疗效机制研究: 思路与前景 [J]. 中国全科医学, 2023, 26(33): 4118-4124.
- WANG X, WEI X, ZHU L G, et al. Research ideas of the efficacy mechanism and prospect analysis of traditional Chinese manipulative therapy on treating spinal degenerative diseases with combination of medicine and industry [J]. Chin Gen Pract, 2023, 26(33): 4118-4124. Chinese.

(收稿日期: 2025-01-05 本文编辑: 朱嘉)