

人工智能在口腔护理中的应用

李翠君 蔡耿彬 梁晓翎 王泳怡 詹欣怡 古佩明

中山大学附属口腔医院, 光华口腔医学院, 广东省口腔医学重点实验室, 广东省口腔
疾病临床医学研究中心, 广州 510055

通信作者: 古佩明, Email: 05820863@163.com

【摘要】 口腔护理是保障口腔临床诊疗的重要组成部分, 随着口腔疾病负担增加和医疗需求不断提升, 传统口腔护理模式面临诸多挑战。人工智能(AI)技术的快速发展为口腔护理带来新的机遇。本文总结了AI在口腔护理领域的研究进展与应用现状, 重点分析其在智能分诊转诊、手术护理协作、术后管理与疼痛护理、患者随访与健康行为管理及口腔护理教育等方面的作用, 并探讨AI时代下口腔护理模式的转变, 以推动智能化口腔护理体系建设。

【关键词】 人工智能; 口腔护理; 护理模式

引用著录格式: 李翠君, 蔡耿彬, 梁晓翎, 等. 人工智能在口腔护理中的应用[J/OL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2026, 20(1): 47-50.

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2026.01.007

Application of artificial intelligence in dental nursing

Li Cuijun, Cai Gengbin, Liang Xiaoyin, Wang Yongyi, Zhan Xinyi, Gu Peiming

Hospital of Stomatology, Guanghua School of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Stomatology, Guangdong Provincial Clinical Research Center of Oral Diseases, Guangzhou 510055, China

Corresponding author: Gu Peiming, Email: 05820863@163.com

【Abstract】 Dental nursing is an integral component of clinical dental practice. With the increasing burden of oral diseases and the growing demand for dental healthcare services, traditional dental nursing models are facing substantial challenges. The rapid advancement of artificial intelligence (AI) technologies presents new opportunities for the transformation of dental nursing practice. This review summarizes recent research advances and current applications of AI in the field of dental nursing, with a particular focus on intelligent triage and referral, perioperative nursing collaboration, postoperative management and pain care, patient follow-up and health behavior management, as well as dental nursing education. Furthermore, this review discusses the transformation of dental nursing models in the AI era, aiming to promote the development of intelligent dental nursing systems.

【Key words】 Artificial intelligence; Dental nursing;

Nursing model

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2026.01.007

口腔护理是保障口腔治疗质量与患者安全的重要组成部分, 在术前分诊、临床诊疗、术后管理及健康促进等发挥重要作用^[1]。口腔临床护理具有操作精细化、环节标准化、跨专科多任务和患者个体差异显著等特点, 其决策过程与操作流程高度依赖经验与协作。随着口腔疾病负担的持续增加, 以及高质量口腔医疗需求不断增长, 传统口腔临床护理模式也面临诸多挑战, 包括患者数量增大导致护理工作激增、多学科协作下的诊疗流程复杂、护理质量控制和风险管理标准不断提高等, 皆对口腔护理人员在操作精细度、信息处理速度及临床判断等提出更高要求。

近年来, 人工智能(artificial intelligence, AI)技术在口腔医学领域迅速突破, 在医学影像分析、疾病诊断、临床决策支持和预后评估等均展现出优异表现, 已被用于龋病和根尖周病智能诊断^[2]、修复体的自动设计^[3]、种植手术方案规划^[4]和口腔癌智能筛查^[5-6]等多个领域。AI技术的发展推动口腔医学向数据驱动的智能时代转型, 也为口腔护理模式的改变提供了可能。

尽管AI在医学领域发展迅猛, 但其在口腔护理领域的应用仍处于早期探索阶段。一项针对中国口腔护理人员的调查显示, 约68.9%的护士对基于AI的护理工具接触有限, AI相关知识储备不足, 制约了其临床应用的进一步深化。然而值得关注的是, 超过56.7%的口腔护士对AI在护理领域的前景持积极态度, 愿意尝试和接纳智能化工具, 这表明口腔护理领域具备良好的技术接受基础和发展潜力^[7]。

因此, 本文旨在总结梳理AI在口腔护理领域的发展现状, 重点分析其在智能分诊转诊、手术护理协作、术后管理与疼痛护理、患者随访与健康行为管理及口腔护理教育等方面的作用, 并探讨AI时代下口腔护理模式的转变, 展望未来发展方向, 为推动智能化口腔护理体系建设提供参考。

一、护理学中的人工智能概述

AI的核心目标是通过计算机模拟和扩展人类智能, 实现学习、推理、感知和决策能力, 其本质上是研究、理解和构建智能实体, 并将其应用于解决现实问题的前沿科学, 通常以软件程序、算法模型或智能系统的形式实现^[8]。随着计算能力和数据资源的快速发展, AI技术的内涵不断丰富, 涵盖

了计算机视觉、深度学习、机器学习、自然语言处理、智能机器人和知识图谱等多个方向。

在护理领域, AI的应用潜力日益凸显, AI可用于分析海量医疗和护理数据, 通过模式识别、风险预测和临床路径优化, 为制定个性化护理方案提供决策支持。例如, 通过对患者病历、检验结果和生理指标的综合分析, AI能够辅助护士判断患者风险等级和护理优先级, 提升护理决策的科学性和精确性^[9]。其次, AI在患者监测与早期干预中显示出重要价值。通过连续监测生命体征、行为模式或症状变化, 智能系统可以及时发现潜在异常, 自动提醒护理人员进行干预, 从而减少并发症发生率, 改善治疗效果^[10]。再次, AI在患者随访和健康管理中也发挥积极作用。通过智能化提醒、数据跟踪和行为分析, AI能够帮助护士实现长期疗效监控, 优化治疗流程, 提高患者依从性^[11]。此外, AI在护理文书整理、护理流程自动化、教学与培训中同样有广泛应用。例如, 自然语言处理技术可以将护理记录自动生成标准化文本, 减少护士的文书负担^[12]; 虚拟仿真和智能教学系统可以用于护理技能培训与评估, 提高学习效率和操作安全性^[13]。

二、人工智能辅助下口腔护理分诊与转诊

口腔医疗机构患者数量庞大, 疾病谱复杂且专业细分程度高, 患者常因认知不足导致挂错科室, 导致护理和医疗资源浪费。精确分诊不仅能够优化就诊流程, 还能提升护理效率和患者满意度。随着大语言模型的发展, 基于AI的智能分诊系统已展现出应用潜力, 有望辅助口腔护理人员提高临床分诊的精确性和效率。Grinberg等^[14]研究评估了ChatGPT-4o在真实口腔急诊牙外伤病例中的分诊能力表现, 结果显示大语言模型能够对牙外伤口腔进行精确分诊, 并提供符合国际指南的牙齿撕脱损伤处理指导。这一研究凸显了AI在口腔急诊分诊中的潜在价值。

此外, 基于深度学习的病损识别模型在龋病、牙周疾病、根尖周病、口腔白斑和口腔潜在恶性疾病等识别中取得显著进展。例如, Li等^[5]的研究提出OMMT-PredNet模型能够从原始临床图像中直接学习特征, 在口腔上皮异常增生识别中受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线下的面积(area under curve, AUC)超过0.920, 在癌变风险预测中AUC达到0.959, 表现优于传统诊断模式。这为口腔护理人员在病情初判、风险评估与转诊决策中的应用提供了强有力的技术支持。未来, AI分诊系统有望进一步与院内挂号系统、电子病历系统和护理站系统联动, 形成人机协作下的智能化的患者分流与护理评估体系, 从而提升全院资源配置效率。

三、人工智能辅助下口腔护理操作协作

口腔手术机器人的发展改变了传统口腔手术操作模式。在种植领域, 自主式种植机器人可根据医师设计的方案, 沿规划路径自主运动完成窝洞预备和植入操作, 将专家经验与技术融入程序化操作, 从而提高手术精度与安全性^[15]。He等^[16]的研究比较了自助式种植机器人与全程导板辅助下的种植精度, 结果表明自助式种植机器人组和全程导板组在种

植体平台的3D偏移分别为 (0.58 ± 0.60) 和 (1.50 ± 1.46) mm, 种植体顶端分别为 (0.58 ± 0.60) 和 (1.78 ± 1.35) mm, 角度分别为 $(1.01 \pm 0.87)^\circ$ 和 $(2.93 \pm 1.59)^\circ$, 证明机器人在操作精度方面较全程导板具有明显优势。目前, 机器人也已拓展至显微根尖手术及颌面外科手术等领域^[17]。Liu等^[18]的研究显示, 在体外截骨和根端切除操作中, 机器人较动态导航系统(dynamic navigation system, DNS)在全局平台偏移、顶点偏移及角度偏转等指标上更为精准, 手术钻孔时间更短, 为根管显微外科领域提供了可靠技术支撑。

机器人技术的发展对口腔护理提出新的要求。护士不仅需要掌握传统无菌操作与器械管理能力, 还需具备对机器人系统运行特性、注册流程、标识安装、空间规划及术中监测的理解。术前, 护士需协助完成数据采集、模型匹配、系统标定和器械准备; 术中需配合医师进行体位调整、吸引管理、术野维护及机器人作业路径的风险监测; 术后还需对设备进行复位、消毒和运行状态检查^[19]。智能机器人护理能力已成为未来口腔手术护理的重要技能模块, 反映了护理专业正向“智能协作护理”模式转变。

四、人工智能辅助下口腔术后护理

术后疼痛管理是口腔护理的重要组成部分。随着智能穿戴设备和生理信号分析的发展, AI在疼痛监测中的应用成为研究热点。有研究发现, 基于机器学习的生理信号分析技术能够识别患者在拔牙后使用阿片类镇痛药物的情况, 为护理人员提供客观、连续的疼痛监测手段^[20]。AI可通过分析心率变异、皮肤电反应等指标, 预测患者的疼痛趋势, 为护理人员提供个体化的镇痛药物调整依据^[21]。此外, 通过整合大量临床数据, AI可以识别影响术后疼痛控制效果的关键因素, 推动建立更精准的术后护理路径。

除疼痛管理外, AI在感染监测、术后并发症预测和随访提醒方面也发挥重要作用。借助深度学习模型, 可以对反复手术部位红肿、渗出等影像进行自动识别并推送警报, 协助护士更早发现潜在问题。智能随访系统还可根据恢复进程自动推送护理指导, 如漱口方法、饮食建议和复诊时间, 从而提升术后护理服务的连续性与质量。

五、人工智能辅助下口腔健康管理

患者随访及口腔健康管理是护理工作中的关键任务之一, 尤其在牙周炎、种植体维护及正畸治疗中显得尤为重要。传统随访依赖人工提醒, 人力负担大且个性化不足, 而AI技术为行为监测与健康促进提供新模式。例如, Li等^[22]的研究开发一种AI多模态感应牙刷可以实时指导患者的口腔卫生习惯, 并将数据传输给临床医师, 从而实现有效的远程监测和指导, 使用该工具的牙周炎患者可以保持更好的口腔卫生, 获得更好的牙周炎治疗效果。类似的, Shen等^[23]的研究证明AI监测通过实时反馈使患者更好地了解牙菌斑及牙龈炎症情况, 对牙周炎患者的治疗结果有积极影响; 结果同时表明, 接受AI辅助健康咨询的患者比单独接受AI监测的患者表现出更好的治疗效果。在正畸随访领域, AI技术已被用于识别托槽脱落、钢丝变形及复诊必要性, 减少患者不必

要的就诊频率,降低临床与护理工作负担^[24]。

随着技术进一步发展,未来护理人员可以通过AI系统对患者口腔卫生行为、症状变化及风险指标进行持续监测,结合患者个体特征实施分层随访与精准健康指导,重点强化对高风险患者的早期干预与行为矫正,从而实现口腔疾病长期控制与护理质量的持续提升。

六、人工智能辅助下口腔护理教育

AI技术不仅正在改变护理实践,也在逐步重塑口腔护理教育模式。结合虚拟现实(virtual reality, VR)、增强现实(augmented reality, AR)与AI的智能仿真平台,能够构建高度逼真的临床操作环境,为学生提供无风险的实践训练场景,从而提升操作技能与临床决策能力。Chang等^[25]研究表明,利用AI驱动模拟训练显著提升了护理学生在临床决策评估中的表现,相较于传统模拟培训,AI增强训练能够使学生在复杂场景下的判断与应对更为准确。在未来,通过开发不同智能仿真平台,让学生可以反复练习吸脱器管理、术野维护、无菌铺巾及器械传递等操作,可以有效提高练习效率和操作规范性,同时降低在真实临床环境中出现操作失误的风险。

此外,基于自然语言处理的AI教学助手能够模拟患者咨询与突发情况场景,帮助学生训练沟通技巧、临床问诊能力及应急反应能力。Tseng等^[12]的研究显示,将ChatGPT、Copilot等AI工具纳入护理教育教学框架,不仅能够提升学生的学术报告撰写能力,还能显著增强学生的AI素养,为其未来智能化临床工作奠定基础。同时,AI驱动的技能分析系统能够对学生操作过程进行量化评估,包括手部轨迹、操作力度及操作流程规范性,从而解决传统教学中反馈滞后、评价主观的问题。通过数据驱动的精准评估,教师能够实时监控学生的学习进度并进行个性化指导,使口腔护理教学更加科学、高效和客观。这些技术的应用,不仅优化了教学模式,也为口腔护理人才培养提供了智能化、标准化和高质量的支持,推动护理教育向数字化、智能化方向发展。

七、总结与展望

AI技术在口腔护理领域的应用呈现出快速发展趋势,为护理实践、教育及管理提供了新的技术路径和方法支持。在智能分诊中,AI辅助系统能够提高患者分流效率和病情初判准确性,优化医疗资源配置;在手术护理中,智能机器人技术不仅提升了手术精度和安全性,也推动护理模式向“智能协作护理”转变;在术后管理中,AI可实现连续、个性化的监测与干预,提高护理的精细化水平和患者依从性;在健康管理中,AI技术为患者提供实时指导和远程干预,有助于改善口腔健康行为,降低护理工作负担;在护理教育方面,智能仿真平台、自然语言处理辅助教学及数据驱动评估体系正在重塑教学模式,提高学生的临床技能、决策能力和AI素养。AI促进口腔护理从经验驱动向数据驱动、从传统操作向智能协作的系统性变革,为提升护理质量、效率和安全性提供了有力支撑。

未来,随着AI技术的成熟及临床场景的不断拓展,智能

化、精准化和协作化将成为口腔护理发展的核心方向,为实现高质量口腔医疗服务提供坚实支撑,并为护理科学研究与教育开辟新的路径。多模态AI技术的发展将有望能够实现更加精准的个体化护理和动态风险预测,形成闭环式智能护理体系。口腔护理人员需掌握跨技术、跨场景的操作能力,推动护理专业技能与智能技术的深度融合,以促进人机协作护理模式进一步深化。此外,AI与口腔护理教育的结合将有望持续优化教学模式,通过虚拟仿真、智能评估与个性化反馈,提高人才培养质量,为临床智能化护理提供持续动力。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Jassim A, Rodriguez JM, Kalsi H, et al. Improving patient care through development of dental nurse specialist roles [J]. *Br Dent J*, 2025, 239(6): 386-390. DOI: 10.1038/s41415-025-9162-9.
- [2] Sadr S, Mohammad-Rahimi H, Motamedian SR, et al. Deep learning for detection of periapical radiolucent lesions: A systematic review and Meta-analysis of diagnostic test accuracy [J]. *J Endod*, 2023, 49(3): 248-261.e243. DOI: 10.1016/j.joen.2022.12.007.
- [3] Broll A, Goldhacker M, Hahnel S, et al. Generative deep learning approaches for the design of dental restorations: A narrative review [J]. *J Dent*, 2024, 145: 104988. DOI: 10.1016/j.jdent.2024.104988.
- [4] Cai G, Wen B, Gong Z, et al. Intelligent virtual dental implant placement via 3D segmentation strategy [J]. *J Dent Res*, 2025, 104(11): 1208-1217. DOI: 10.1177/00220345251332511.
- [5] Li J, Zhou Y, Zhang M, et al. Next-generation AI framework for comprehensive oral leukoplakia evaluation and management [J]. *NPJ Digit Med*, 2025, 8(1): 513. DOI: 10.1038/s41746-025-01885-8.
- [6] Hegde S, Ajila V, Zhu W, et al. Artificial intelligence in early diagnosis and prevention of oral cancer [J]. *Asia Pac J Oncol Nurs*, 2022, 9(12): 100133. DOI: 10.1016/j.apjon.2022.100133.
- [7] Yu YF, Cao LM, Sun H, et al. Understanding artificial intelligence in dental nursing: An online survey on familiarity, attitudes, and expectations [J]. *J Craniofac Surg*, 2025, 36(6): 2202-2207. DOI: 10.1097/scs.00000000000011758.
- [8] Yu KH, Beam AL, Kohane IS. Artificial intelligence in healthcare [J]. *Nat Biomed Eng*, 2018, 2(10): 719-731. DOI: 10.1038/s41551-018-0305-z.
- [9] Sandhu S, Lin AL, Brajer N, et al. Integrating a machine learning system into clinical workflows: Qualitative study [J]. *J Med Internet Res*, 2020, 22(11): e22421. DOI: 10.2196/22421.
- [10] Parimbelli E, Sacchi L, Budasu R, et al. The role of nurses in E-Health: The mobiguide project experience [J]. *Stud Health Technol Inform*, 2016, 225: 153-157. DOI: 10.3233/978-1-61499-658-3-153.
- [11] Fritz RL, Dermody G. A nurse-driven method for developing artificial intelligence in "smart" homes for aging-in-place [J]. *Nurs Outlook*, 2019, 67(2): 140-153. DOI: 10.1016/j.outlook.

- 2018.11.004.
- [12] Tseng LP, Huang LP, Chen WR. Exploring artificial intelligence literacy and the use of ChatGPT and copilot in instruction on nursing academic report writing [J]. Nurse Educ Today, 2025, 147:106570. DOI:10.1016/j.nedt.2025.106570.
- [13] Teixeira L, Mitchell A, Martinez NC, et al. Virtual reality with artificial intelligence - led scenarios in nursing education: A project evaluation [J]. Br J Nurs, 2024, 33(17):812-820. DOI:10.12968/bjon.2024.0055.
- [14] Grinberg N, Arbel S, Boyadjiev YY, et al. The performance of artificial intelligence in providing real - time aid in emergency dental trauma: A clinical validation study [J]. Dent Traumatol, 2025. DOI:10.1111/edt.70022.
- [15] Liu C, Liu Y, Xie R, et al. The evolution of robotics: Research and application progress of dental implant robotic systems [J]. Int J Oral Sci, 2024, 16(1):28. DOI:10.1038/s41368-024-00296-x.
- [16] He J, Zhang Q, Wang X, et al. *In vitro* and *in vivo* accuracy of autonomous robotic vs. fully guided static computer - assisted implant surgery [J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2024, 26(2):385-401. DOI:10.1111/cid.13302.
- [17] Liu C, Liu X, Wang X, et al. Endodontic microsurgery with an autonomous robotic system: A clinical report [J]. J Endod, 2024, 50(6):859-864. DOI:10.1016/j.joen.2024.02.005.
- [18] Liu C, Wang X, Liu Y, et al. Comparing the accuracy and treatment time of a robotic and dynamic navigation system in osteotomy and root-end resection: An *in vitro* study [J]. Int Endod J, 2025, 58(3):529-540. DOI:10.1111/iej.14178.
- [19] 张先云,王宇,王欣芝,等. 4例自主式机器人辅助牙列缺失种植患者的围手术期护理[J]. 当代护士, 2025, 32(9):75-78. DOI:10.19791/j.cnki.1006-6411.2025.25.016.
- [20] Salgado García FI, Indic P, Stapp J, et al. Using wearable technology to detect prescription opioid self-administration [J]. Pain, 2022, 163(2):e357-e367. DOI:10.1097/j.pain.0000000000002375.
- [21] Zhang M, Zhu L, Lin SY, et al. Using artificial intelligence to improve pain assessment and pain management: A scoping review [J]. J Am Med Inform Assoc, 2023, 30(3):570-587. DOI:10.1093/jamia/ocac231.
- [22] Li Y, Wu X, Liu M, et al. Enhanced control of periodontitis by an artificial intelligence-enabled multimodal-sensing toothbrush and targeted mHealth micromessages: A randomized trial [J]. J Clin Periodontol, 2024, 51(12):1632-1643. DOI:10.1111/jcpe.13987.
- [23] Shen KL, Huang CL, Lin YC, et al. Effects of artificial intelligence - assisted dental monitoring intervention in patients with periodontitis: A randomized controlled trial [J]. J Clin Periodontol, 2022, 49(10):988-998. DOI:10.1111/jcpe.13675.
- [24] Surovková J, Haluzová S, Strunga M, et al. The new role of the dental assistant and nurse in the age of advanced artificial intelligence in telehealth orthodontic care with dental monitoring: Preliminary report [J]. Applied Sciences, 2023, 13(8):5212. DOI:10.3390/app13085212.
- [25] Chang CL. Effect of immersive virtual reality on post-baccalaureate nursing students' in-dwelling urinary catheter skill and learning satisfaction [J]. Healthcare (Basel), 2022, 10(8):1473. DOI:10.3390/healthcare10081473.

(收稿日期:2025-12-17)

(本文编辑:王嫚)