

人工智能在牙周病学的应用现状与未来展望

吕春旭 葛少华

山东大学齐鲁医学院口腔医学院·口腔医院牙周病科 山东省口腔组织再生重点实验室
口腔生物材料与组织再生山东省工程研究中心 山东省口腔疾病临床医学研究中心, 济南250012

[摘要] 人工智能(AI)技术在牙周病学领域快速发展,为临床诊断、风险评估、个性化治疗方案以及患者远程照护等各个环节带来全新机遇。基于深度学习、机器学习、自然语言处理等核心技术,AI能有效提升牙周疾病早期诊断敏感性,精确量化牙槽骨丧失程度与软组织破坏状况。AI支持多模态数据融合,可综合病史、生活方式与影像学资料,为患者提供更为精准的风险预测与个性化治疗建议。通过远程监测与健康咨询相结合的方式,AI辅助患者维持自我护理依从性,显著改善患者的口腔健康相关生活质量和治疗满意度。此外,AI在牙周科研与教育领域中也展现巨大潜力,包括数据挖掘、虚拟病例训练及自然语言处理辅助文献管理。然而,当前模型泛化性、数据质量、伦理与可解释性等问题仍待探索与规范。未来随着多中心大数据平台建立,AI与牙周病学深度融合有望推动精准医学与智慧医疗的发展,实现从预防到长期照护的全流程管理,提升疾病的诊治效率与患者健康收益。

[关键词] 人工智能; 牙周病; 机器学习; 深度学习; 神经网络

[中图分类号] R781.4 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/hxkq.2025.2025103



本文链接 开放科学标识码

Applications and perspectives of artificial intelligence in periodontology

Lü Chunxu, Ge Shaohua

Department of Periodontology, School and Hospital of Stomatology, Cheeloo College of Medicine, Shandong University & Shandong Key Laboratory of Oral Tissue Regeneration & Shandong Engineering Research Center of Dental Materials and Oral Tissue Regeneration & Shandong Provincial Clinical Research Center for Oral Diseases, Jinan 250012, China

Supported by: National Key Clinical Discipline Construction Project (Department of Periodontology, 2023)

Correspondence: Ge Shaohua, E-mail: shaohuage@sdu.edu.cn

[Abstract] Artificial intelligence (AI) is rapidly advancing in periodontology, bringing new opportunities to clinical diagnosis, risk assessment, personalized treatment planning, and remote patient care. Leveraging core technologies such as deep learning, machine learning, and natural language processing, AI significantly enhances the sensitivity of early periodontal disease detection and provides precise quantification of alveolar bone loss and soft tissue damage. AI facilitates multimodal data integration by synthesizing medical history, lifestyle factors, and imaging data, thereby offering enhanced accurate risk prediction and personalized therapeutic recommendations. By integrating remote monitoring with tailored health counseling, AI helps patients maintain adherence to self-care protocols, significantly improving their oral health-related quality of life and treatment satisfaction. Moreover, AI demonstrates considerable potential in periodontal research and education, particularly in large-scale data mining, virtual clinical case simulations, and natural language processing-assisted literature management. Nevertheless, challenges remain concerning model generalizability, data quality, ethical concerns, and interpretability. The advancement of multi-center big-data platforms is expected to foster a profound integration of AI and periodontology, propelling precision medicine and digital healthcare, en-

[收稿日期] 2025-03-17; **[修回日期]** 2025-04-27

[基金项目] 国家临床重点专科能力建设项目(牙周病科, 2023)

[第一作者] 吕春旭, 副教授, 副主任医师, 博士, E-mail: anewlife2006@163.com

[通信作者] 葛少华, 教授, 主任医师, 博士, E-mail: shaohuage@sdu.edu.cn

processing-assisted literature management. Nevertheless, challenges remain concerning model generalizability, data quality, ethical concerns, and interpretability. The advancement of multi-center big-data platforms is expected to foster a profound integration of AI and periodontology, propelling precision medicine and digital healthcare, en-

abling holistic management from prevention to long-term care, and enhancing diagnostic efficiency and patient health outcomes.

[Key words] artificial intelligence; periodontitis; machine learning; deep learning; neural network

人工智能 (artificial intelligence, AI) 是当今医学与计算机科学交叉融合领域最具前景的研究方向之一, 涉及机器学习 (machine learning, ML)、深度学习 (deep learning, DL)、人工神经网络、自然语言处理 (natural language processing, NLP) 等众多技术^[1]。其核心目标是让计算机能够模拟甚至超越人类的智能活动, 包括识别、推理、预测与决策等方面。近年来, AI在医学领域各个专业都取得了广泛而深远的应用进展, 其中在口腔医学尤其是牙周病学的应用引起越来越多研究者和临床医生的关注^[2]。

牙周病是全球范围内广泛存在的口腔疾病, 其主要形式为牙龈炎与牙周炎, 可导致牙槽骨的吸收, 以及最终的牙齿松动、脱落, 严重影响人类的口腔健康和生活质量^[3]。同时, 牙周炎也与多种全身疾病 (包括糖尿病、心血管疾病等) 密切相关, 故对牙周病的早期发现、个性化治疗及长期照护是当前口腔临床的重要研究领域^[4]。然而, 传统牙周病的诊断和治疗很大程度上依赖临床医生的经验及主观判断, 在诊断精确度、疾病发展预测、治疗策略优化等方面, 存在一定程度的局限性。AI技术的引入, 提供了新的方法与思路, 可用于辅助或部分替代人类完成耗时耗力、重复性高、需精细识别与预测的工作^[5]。

通过梳理近年来有关AI在牙周病学应用的研究, 可以发现DL与ML技术在图像诊断、疾病风险评估、个性化治疗策略制定和患者管理等诸多方面, 均展现出巨大潜力^[6]。具体而言, 目前在牙周病学领域常见的AI技术类型主要包括: 1) 卷积神经网络 (convolutional neural network, CNN), 包括牙周X线、口内数字摄影及锥形束计算机断层扫描 (cone beam computed tomography, CBCT) 图像的识别分类, 尤其适用于医学影像数据的自动分割与诊断; 2) 支持向量机 (support vector machine, SVM), 多用于疾病严重程度、治疗响应率及未来发展趋势的分类或回归预测建模; 3) 随机森林 (random forest, RF) 和决策树, 可高效处理大规模、多维度医学数据, 有助于识别牙周病的高风险人群、关键致病因素及治疗效果影响因素; 4) NLP, 能有效从病历、随访记录及患者反馈等大量文本数据中提取关键信息, 辅助科研

与临床管理; 5) 集成学习, 通过组合多种基础模型, 可进一步提高牙周病诊断及预测的鲁棒性与准确度, 尤其适用于复杂诊疗场景。

基于以上技术, AI在牙周病学领域逐渐形成从图像诊断、风险评估到远程监控及个性化教育指导的全流程应用框架。本文将围绕以下方面系统阐述AI在牙周病学中的应用现状: 检查与诊断, 风险评估与个性化治疗方案, 患者照护与健康指导, 科研与教育领域的应用, 并在最后对当前存在的不足与未来的发展方向进行总结与展望。

1 检查与诊断

牙周病的早期发现和准确诊断对于疾病的有效防控至关重要。传统检查手段如牙周探诊和影像检查虽然必不可少, 但在实际应用中仍存在主观性强、耗时长、敏感性有限等局限。近年来, 随着AI技术的迅速发展, 牙周病的检查与诊断方法得到了显著拓展与优化。尤其是基于DL和CNN的方法, 在牙龈炎症筛查、软组织检测、传统探诊数据的智能分析方面展现出重要应用潜力。

1.1 AI辅助牙周临床检查与评估

在牙龈炎症检测方面, AI系统已能够基于口内照片自动识别牙龈健康状态。通过应用DeepLabv3+、Faster R-CNN和MobileNetV2等模型, AI可对牙龈区域实现像素级分割与炎症检测, 敏感性高达0.92, 特异性达0.94, 与人工视觉检查结果相当甚至优于后者, 有效弥补了传统检查中主观性强、稳定性不足的问题。此外, 借助转移学习与集成学习策略, ResNet与GoogLeNet等模型在慢性牙龈炎识别任务中表现优异, 受试者工作特征曲线下面积值可达0.97, 进一步拓展了AI在临床筛查中的应用潜力^[7]。除炎症检测外, AI技术也广泛应用于角化龈的自动识别与测量。基于ResNet50的DeepLabv3+模型能够以91.4%的准确率从标准化口内照片中精准分割角化龈区域, 其测量结果与临床医生的人工评估高度一致。该技术不仅提高了软组织评估的客观性与再现性, 同时也为术前手术规划及术后疗效监测提供了有力支持^[8]。在传统牙周探诊参数的智能化分析方面, NLP与ML方法同样发挥了重要作用。AI系

统可自动从电子病历中提取探诊深度 (probing depth, PD)、临床附着丧失 (clinical attachment loss, CAL)、探诊出血 (bleeding on probing, BOP) 等关键指标, 并进行标准化处理与风险预测。这不仅显著降低了人工录入的劳动强度, 提升了数据记录的准确性与一致性, 也有助于辅助临床医生更快、更全面地评估患者的牙周状况及疾病进展趋势^[9]。

1.2 AI辅助影像学分析

1.2.1 曲面断层片与根尖片分析

曲面断层片和根尖片是临床上常见的牙周病辅助检查影像。AI系统通过CNN等模型自动提取牙槽骨高度、轮廓线、分割牙根、识别根分叉病变, 同时结合ML的分类器, 对牙槽骨丧失程度做出量化评价。研究^[10-11]表明, AI对牙槽骨吸收的自动识别准确率可达80%~95%不等, 且一致性相对人工判读更稳定。目前已有部分AI系统成功应用于临床, 如美国食品和药品管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 已批准Overjet AI系统 (<https://www.overjet.com/>) 用于牙槽骨水平的自动化测量, 这一审批结果进一步验证了AI技术在牙周临床诊疗中的规范性、可靠性与实用性, 也为AI在牙周病学领域的广泛应用奠定了基础。

1.2.2 CBCT三维分析

相较于二维X线, CBCT在三维重建与精细结构评估方面具有明显优势, 能更好地呈现牙周组织状态。然而, CBCT数据体量庞大, 图像判读难度与时间成本都更高。AI引入后, 可通过DL网络进行分割和自动识别牙槽骨、牙根、软组织界面, 甚至评估骨质密度变化与骨小梁结构, 从而更敏锐地捕捉到早期病变及复杂病变形态 (如多根分叉、垂直骨缺损) 等的特征^[12]。此外, 基于ML的分类算法 (如SVM、RF等), 也可在综合影像特征与临床参数 (如牙龈指数、出血指数等) 后对牙周炎的早期破坏进行预警, 显著提升早期诊断的敏感性^[13]。

1.3 AI在牙周炎诊断中的应用

ML和DL技术正在显著提升牙周炎诊断的效率与准确性。通过整合PD、CAL、临床指标与影像学数据, AI能够实现牙周炎的分期与分级自动化诊断, 辅助医生制定更加精准和标准化的治疗决策^[14]。已有研究^[13,15]表明, 分类算法如RF、SVM和CNN在牙周炎识别中展现出优异的性能, 准确率和一致性可媲美甚至超过人工诊断。最新提出的方法, 如结合先验知识推理的多示例多标签学

习模型, 能够细致捕捉局部病变区域, 进一步提升模型对多部位病变的识别能力, 使牙周炎的智能诊断更具细致性与临床适用性^[16]。尽管当前AI在牙周炎诊疗中仍面临数据异质性、模型可解释性不足及外部验证有限等挑战, 但其在提升诊断效率、标准化判断流程和支持个体化治疗方案制定方面为牙周炎诊疗带来了全新的发展方向^[17]。

2 风险评估和个性化治疗方案

牙周病的进展呈现多因素、多阶段、多表型的复杂特点, 同时患者对治疗反应存在显著的个体差异。传统的风险评估工具通常基于少数既定危险因素 (如吸烟、糖尿病和口腔卫生习惯等) 进行加权评分, 难以精准捕捉多变量复杂交互下的疾病演变趋势。而AI恰恰擅长于从海量、多维度数据中挖掘潜在模式, 并进行风险预测、个体化决策, 从而为牙周病的精准诊疗提供新策略^[9]。

2.1 风险评估模型的创新

2.1.1 多模态数据融合

AI模型可整合临床检查指标 (如PD、CAL和BOP等)、患者人口学特征 (如年龄、性别和种族等)、生活方式数据 (如吸烟史、饮食习惯、睡眠和压力水平等)、系统性疾病 (如糖尿病、骨质疏松等) 以及影像学数据, 构建多模态数据融合的牙周病风险评估模型^[12]。这种多维度数据整合不仅提升了牙周病风险预测的敏感性和特异性, 还能够挖掘各危险因素之间潜在的非线性关系, 相比单一指标或单一模型, 更易捕捉到不同危险因素之间的隐蔽关联, 对于牙周病早期发展、复发风险、治疗预后等具有更为敏感的预测能力。

2.1.2 动态监测与更新

有别于传统的一次性或阶段性风险评估, AI模型可通过集成电子病历系统, 实现对患者多次就诊数据的实时采集、更新, 并自动调整预测结果。若系统检测到重要危险因素变化 (如患者近期戒烟、血糖控制大幅波动等), 可自动触发风险等级更新, 并提醒牙周医生调整治疗方案或随访频率^[18]。这种动态更新机制有助于实现疾病的早期干预、进展阻断和长期健康维护。未来, 结合AI动态风险监测的平台有望在社区口腔保健和远程自我管理发挥重要作用^[9]。

2.2 个性化治疗方案的AI决策支持

随着AI技术的发展, 个性化治疗决策支持逐渐成为牙周病学的重要研究方向。由于不同患者

在病因、疾病进展速度、系统性健康状况及生活方式等方面存在显著差异,传统的标准化治疗模式往往难以充分满足个体化诊疗需求。基于此,AI辅助的个性化治疗方案逐渐兴起,其主要应用体现在以下方面。

2.2.1 多维数据驱动的治疗决策

ML模型通过整合患者的临床检查数据(如PD、CAL、菌斑指数)、微生物学特征、系统疾病情况、生活方式因素等,能够构建疾病表型与治疗反应之间的复杂关联网络。有研究^[19]利用RF算法分析了南美和欧美地区数百例牙周炎患者的临床和微生物学数据,成功预测了1年后治疗响应情况,为个体化干预提供了参考。此外,通过回顾性训练的DL模型,AI在不同手术方式或再生材料应用的成功率与并发症风险预测中也展现出潜力,为临床提供更具数据支撑的治疗选择依据^[20]。

2.2.2 新兴牙周辅助治疗方式中的AI应用探索

在激光治疗与光动力疗法等新兴牙周辅助治疗方式中,AI应用的探索亦在逐步推进^[21]。已有研究^[22]使用神经网络、SVM等算法,基于患者临床变量(如牙周袋深度、牙龈炎症程度等)预测激光疗法的治疗预后,结果显示AI模型在预测准确性方面优于传统评估方法。尽管目前此类应用尚主要停留在探索性研究阶段,尚未广泛应用于临床实践,但随着数据量的积累和模型性能的提升,AI必将在牙周辅助治疗领域具有广泛的应用前景。

2.2.3 长期维持与监测

牙周病是一种慢性疾病,治疗后的长期维持与监测至关重要。AI可以对患者治疗后不同时间节点的状况进行动态评估,预测复发概率并提出预防性措施(如增加维护频率、改进个人口腔卫生措施等)^[23]。

3 患者的照护和指导

除了专业人员的诊治外,牙周病的防治还依赖于患者的日常自我护理与行为干预。AI为个体化患者照护和教育指导提供了新的可能,主要体现在以下方面。

3.1 AI远程监测与健康咨询

随着智能手机与可穿戴设备的普及,基于AI的牙周监测软件或平台逐步兴起^[24]。患者可定期通过手机拍摄口内照片或视频,系统利用CNN及图像识别技术评估牙龈颜色、牙结石分布等指标,

实时检测牙周状况。一旦检测到牙周破坏进展,系统会及时通知患者或医生采取干预措施^[5,25]。此外,通过将AI数据分析与专业的牙周医师线上或线下咨询相结合,可以针对性地指导患者改善口腔卫生习惯和使用辅助洁牙工具,有效提高自我护理依从性,显著降低菌斑指数和牙龈出血率,提升患者的生活质量^[26-27]。

3.2 个体化教育与激励机制

AI还能结合患者行为数据,通过游戏化或激励手段提高患者的参与积极性,例如设置健康积分、虚拟奖章等激励措施,并量化展示牙龈健康改善曲线,增强患者的自我管理动机与成就感。同时针对高风险患者群体,AI平台还可发送个性化健康提醒和科普信息,促进患者养成良好的口腔健康习惯。研究^[26-27]表明,这种智能化干预方式较传统口头教育更能激发患者兴趣,推动建立以“医患协同”为特色的新型牙周病管理模式。

4 科研教育领域的应用

AI技术在牙周病学研究与教育培训方面也得到广泛关注,对于扩大研究深度与提高教学效率均大有裨益。

4.1 AI在牙周病学科科研中的应用

随着AI技术的持续进步,AI在牙周病学科研究领域的应用不断拓展,主要体现在疾病机制研究与疾病预测建模两个方面。在疾病机制研究方面,AI赋能的新型DL与图注意力网络(graph attention network, GAT)技术,已被应用于牙周炎相关的分子机制探索。例如,通过Transformer和GAT模型对AIM-2炎症小体关键肽段序列进行预测,准确率达到85%以上,为深入理解牙周炎免疫炎症反应提供了新工具,并为靶向治疗策略的开发奠定了基础^[28]。此外,基于CNN、U型网络等DL架构的影像分析技术,在牙周组织病变检测与特征提取中展现出优异性能,显著提高了对牙周病变的识别精度,为后续大规模机制研究和数据驱动型假设生成提供了支撑^[29]。然而,目前AI模型在外部验证阶段常出现性能下降,显示出模型泛化能力仍有待提升,未来亟需依托更大样本量、更多元的生物学特征指标,优化训练与验证流程,以推动疾病机制解析与精准干预策略的发展^[30]。

在疾病预测与数据挖掘方面,AI辅助的NLP技术极大促进了牙周病学科研究效率的提升。牙周

病研究过程中,海量病例文本与文献资料的管理与提取曾长期依赖人工整理,效率低且易受主观偏差影响。基于NLP的自动化系统,能够快速从电子病历中提取关键信息,如患者年龄、性别、诊断分期、治疗方式及转归等变量,显著缩短数据处理时间并提升准确性。在系统评价和Meta分析中,NLP技术亦可实现对大规模文献资料的自动检索与筛选,有效减轻人工筛查负担,加速科研进程^[31]。尽管当前在牙周病学领域应用中,因记录标准不一、术语异质性大,NLP系统仍面临一定挑战,但未来随着数据结构化水平的提升与算法的持续优化,NLP有望在大数据背景下,成为牙周病科研中不可或缺的重要工具。整体来看,AI正通过提升数据处理能力、深化机制研究及拓展预测模型构建手段,持续推动牙周病学科向更加高效、精准与智能化方向演进。

4.2 AI在牙周病学教育中的应用

AI在牙周病学教育领域的应用亦不断扩展,主要体现在理论学习与考试、临床诊疗思维训练两个方面。在理论学习与考试环节,基于大语言模型、DL和NLP技术的智能系统,能够在知识掌握检测、标准化考试模拟及个性化学习支持中发挥重要作用。研究^[32-33]表明,AI模型在美国牙周病学会年度考试题目的答题准确率达到较高水平,在多个考核周期中接近或优于牙周病学研究生的平均表现。AI系统通过即时反馈与知识点解析,可以帮助学生高效复习,提升知识掌握的针对性。同时,智能学习平台结合题库推送与个性化学习路径设计,有助于根据不同学生的掌握水平调整复习策略,进一步优化学习效果^[34-35]。

在临床诊疗思维训练方面,AI辅助工具通过构建标准病例库、自动生成临床情境并提供多角度反馈,促进学生对牙周疾病诊断、分期分级、治疗规划及手术术式理解的系统化训练。智能系统能够模拟多种复杂病例组合,支持学生在模拟环境中进行探诊记录、影像分析与治疗决策演练,帮助其在理论知识基础上,进一步形成临床推理能力与综合分析思维^[34-35]。AI平台还可根据学生操作过程中的薄弱环节动态调整训练内容,提供个性化的强化指导,有助于培养动态决策、精准诊疗的临床思维模式。虽然目前AI在深度推理与复杂情境理解方面仍有一定局限,但整体应用趋势显示,AI有望在提升牙周病学教育质量、缩短基础学习与临床应用之间的转化周期方面发挥重要作用。

5 总结与展望

综上,AI在牙周病学的应用正快速发展,从辅助诊断到个性化治疗决策,再到患者远程照护及科研教学,都已有较为成熟的探索与实践^[36-37]。然而,当前阶段AI在牙周病学领域仍然面临诸多限制和挑战。

5.1 当前面临的限制与挑战

5.1.1 模型泛化能力与数据质量

不少研究使用的数据集规模有限,或偏向某些特定地区、特定人群,难以充分代表全球多样化人群;标注质量参差不齐,尤其是影像数据标注需高度专业且耗时,可能产生训练偏差,导致模型在新环境下效果不佳。未来需要更大规模、多中心、多种族的高质量数据库,以及统一的标注标准与流程,保障模型训练的广泛适用性。

5.1.2 隐私与伦理问题

AI应用需要采集并整合患者大量临床与个人信息,存储和传输中面临隐私泄露风险;临床决策中若过度依赖AI,一旦模型出现失误或偏见,责任归属问题复杂。因此需完善法律法规与伦理审查机制,确保数据的安全合规使用,并对AI决策进行充分的人为监督与校正。

5.1.3 临床适用性与可解释性

虽然AI模型在实验环境或小范围试点中表现良好,但大多数尚未通过严格的大规模前瞻性临床验证;一些DL模型(如多层CNN)具有“黑箱”特征,临床医生和患者难以理解其决策逻辑;临床使用需要建立可解释AI,提高模型的透明度与可追溯性,增强医患对AI辅助决策的信任。

5.1.4 人机协作与培训

AI虽然可承担大量重复性判断工作,但尚无法完全替代医生的综合判断和沟通能力;需要对牙周医生等相关人员进行AI知识培训,培养其正确理解和应用AI工具的能力;同时,需医工交叉团队在系统开发、临床反馈、优化迭代上紧密合作,从而形成可持续的完善闭环。

5.2 AI赋能牙周病学的未来展望

展望未来,随着大数据、云计算、5G乃至新一代通信技术的发展,AI与牙周病学的融合将更加深入^[36-37]。

5.2.1 标准化多中心数据库的建设

今后将形成多区域、多种族、多病例类型的大规模数据库,并配套统一的标注指南,以保证

AI模型的代表性与稳健性。

5.2.2 个性化精准医疗的深化

进一步深入挖掘分子生物学、基因组学、微生物组学与临床参数的关联,建立多维度的AI模型,以实现对于牙周病的预测性、预防性、个性化及参与性(P4医学)管理。

5.2.3 可解释性与人机交互优化

通过可解释性与人机交互优化,增强模型可解释性,让临床医生与患者更能理解AI判断依据,通过可视化界面或自然语言交互,提升使用的便捷度和信任度。

5.2.4 智慧医疗生态系统的完善

在电子病历、远程医疗、医保结算等系统层面与AI深度协同,为患者提供贯穿“预防—诊断—治疗—随访”的全流程智能化服务模式。

综上所述,AI在牙周病学中的应用方兴未艾,其对优化临床诊断效率、治疗决策精准性及患者长期健康管理均具有深远意义。虽然当前尚存在技术、伦理及应用方面的挑战,但可以预见,随着更多高质量研究的开展和多学科跨界协作的深入,AI必将在牙周病学领域发挥更加举足轻重的作用,推动口腔诊疗模式从经验导向走向数据与智能导向,惠及广大患者并促进学科可持续发展。

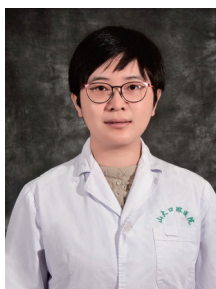
利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

[参考文献]

- [1] Munjal S, Munjal S, Tripathi A, et al. Artificial intelligence commingled with periodontics domain: a narrative review[J]. *J Oral Health Community Dent*, 2024, 18(2): 85-91.
- [2] Goktas P, Grzybowski A. Shaping the future of healthcare: ethical clinical challenges and pathways to trustworthy AI[J]. *J Clin Med*, 2025, 14(5): 1605.
- [3] GBD 2021 Oral Disorders Collaborators. Trends in the global, regional, and national burden of oral conditions from 1990 to 2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. *Lancet*, 2025, 405(10482): 897-910.
- [4] Scrobota I, Iova GM, Marcu OA, et al. An artificial intelligence-based fuzzy logic system for periodontitis risk assessment in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. *Bioengineering*, 2025, 12(3): 211.
- [5] Pitchika V, Büttner M, Schwendicke F. Artificial intelligence and personalized diagnostics in periodontology: a narrative review[J]. *Periodontol 2000*, 2024, 95(1): 220-231.
- [6] Ghaffari M, Zhu Y, Shrestha A. A review of advancements of artificial intelligence in dentistry[J]. *Dent Rev*, 2024, 4(2): 100081.
- [7] Chau RCW, Li GH, Tew IM, et al. Accuracy of artificial intelligence-based photographic detection of gingivitis [J]. *Int Dent J*, 2023, 73(5): 724-730.
- [8] Aykol-Sahin G, Yucel O, Eraydin N, et al. Efficiency of oral keratinized gingiva detection and measurement based on convolutional neural network[J]. *J Periodontol*, 2024, 83(1): 272-276.
- [9] 洪莹菁,刘程程,丁一.虚拟人工智能在牙周病风险评估和诊断中应用的研究进展[J].*中华口腔医学杂志*, 2024, 59(11): 672-678.
Hong YJ, Liu CC, Ding Y. Research progress in the application of virtual artificial intelligence in risk assessment and diagnosis of periodontal disease[J]. *Chin J Stomatol*, 2024, 59(11): 672-678.
- [10] Krois J, Ekert T, Meinhold L, et al. Deep learning for the radiographic detection of periodontal bone loss[J]. *Sci Rep*, 2019, 9: 8495.
- [11] Alotaibi G, Awawdeh M, Farook FF, et al. Artificial intelligence (AI) diagnostic tools: utilizing a convolutional neural network (CNN) to assess periodontal bone level radiographically: a retrospective study[J]. *BMC Oral Heal*, 2022, 22: 399-405.
- [12] Cui ZM, Fang Y, Mei L, et al. A fully automatic AI system for tooth and alveolar bone segmentation from cone-beam CT images[J]. *Nat Commun*, 2022, 13: 2096.
- [13] Alshehri A, Dahman M, Assiri M, et al. A decision support system based on classification algorithms for the diagnosis of periodontal disease[J]. *Saudi J Oral Sci*, 2024, 11(3): 181-192.
- [14] Spartivento G, Benfante V, Ali M, et al. Revolutionizing periodontal care: the role of artificial intelligence in diagnosis, treatment, and prognosis[J]. *Appl Sci*, 2025, 15(6): 3295.
- [15] Zhang JM, Deng SZ, Zou T, et al. Artificial intelligence models for periodontitis classification: a systematic review[J]. *J Dent*, 2025, 156: 105690.
- [16] Wu ZY, Guo W, Zhou W, et al. Abductive multi-instance multi-label learning for periodontal disease classification with prior domain knowledge[J]. *Med Image Anal*, 2025, 101: 103452.

- [17] Farina R, Simonelli A, Trombelli L, et al. Emerging applications of digital technologies for periodontal screening, diagnosis and prognosis in the dental setting[J]. *J Clin Periodontol*, 2025. DOI:10.1111/jcpe.14156.
- [18] Tokede B, Yansane A, White J, et al. Translating periodontal data to knowledge in a learning health system[J]. *J Am Dent Assoc*, 2022, 153(10): 996-1004.
- [19] Feher B, de Souza Oliveira EH, Mendes Duarte P, et al. Machine learning-assisted prediction of clinical responses to periodontal treatment[J]. *J Periodontol*, 2025. doi: 10.1002/JPER.24-0737.
- [20] Vinayaka AM. Advancements in periodontal pathology: a systematic review and Meta-analysis of molecular diagnostics, imaging techniques, regenerative therapies, and artificial intelligence[J]. *J Oral Med Oral Surg Oral Pathol Oral Radiol*, 2024, 10(4): 231-237.
- [21] Pourhajibagher M, Bahrami R, Bahador A. Revolution of artificial intelligence in antimicrobial, anti-biofilm, and anti-inflammatory techniques: smart photo-sonodynamic appliance in the internet of dental things (IoDT) [J]. *Med Hypotheses*, 2024, 184: 111270.
- [22] Phan HTN, Akter A. Predicting the effectiveness of laser therapy in periodontal diseases using machine learning models[J]. *Tajmspr*, 2025, 7(1): 27-37.
- [23] Patel MS, Kumar S, Patel B, et al. Impact of artificial intelligence on periodontology: a review[J]. *Cureus*, 2025. DOI:10.7759/cureus.81162.
- [24] You WZ, Hao AM, Li S, et al. Deep learning-based dental plaque detection on primary teeth: a comparison with clinical assessments[J]. *BMC Oral Heal*, 2020, 20: 141.
- [25] Tahir A. Optimizing orthodontic clear aligner treatment with artificial intelligence driven dental monitoring[D]. Chicago: University of Illinois Chicago, 2024.
- [26] Schlueter N, Winterfeld K, Quera V, et al. Toothbrushing Systematics Index (TSI) — A new tool for quantifying systematics in toothbrushing behaviour[J]. *PLoS One*, 2018, 13(4): e0196497.
- [27] Li Y, Wu XY, 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 Clinic Periodontology*, 2024, 51(12): 1632-1643.
- [28] Yadalam PK, Arumuganainar D, Natarajan PM, et al. Artificial intelligence-powered prediction of AIM-2 inflammasome sequences using transformers and graph attention networks in periodontal inflammation[J]. *Sci Rep*, 2025, 15: 8733.
- [29] Aykol Şahin G. Advances in artificial intelligence-aided intraoral imaging analysis in periodontics[J]. *Black Sea J Heal Sci*, 2024, 7(5): 218-225.
- [30] Bashir NZ, Rahman Z, Chen SL. Systematic comparison of machine learning algorithms to develop and validate predictive models for periodontitis[J]. *J Clin Periodontol*, 2022, 49(10): 958-969.
- [31] Pethani F, Dunn AG. Natural language processing for clinical notes in dentistry: a systematic review[J]. *J Biomed Inform*, 2023, 138: 104282.
- [32] Sabri H, Saleh MHA, Hazrati P, et al. Performance of three artificial intelligence (AI)-based large language models in standardized testing; implications for AI-assisted dental education[J]. *J Periodontal Res*, 2025, 60(2): 121-133.
- [33] Li C, Zhang JM, Abdul-Masih J, et al. Performance of ChatGPT and dental students on concepts of periodontal surgery[J]. *Eur J Dent Educ*, 2025, 29(1): 36-43.
- [34] Claman D, Sezgin E. Artificial intelligence in dental education: opportunities and challenges of large language models and multimodal foundation models[J]. *JMIR Med Educ*, 2024, 10: e52346.
- [35] 陈玮玉, 刘红蕊. 人工智能融入《牙周病学》教学的探究[J]. *创新教育研究*, 2024, 12: 261.
- Chen WY, Liu HR. Exploration of the integration of artificial intelligence into the teaching of Periodontology[J]. *Creat Edu Stu*, 2024, 12: 261.
- [36] Singh R, Dingal S, Majumder S, et al. Artificial intelligence: illuminating the future of periodontology[J]. *Update Dent Coll J*, 2024, 14(1): 31-35.
- [37] Polizzi A, Quinzi V, Lo Giudice A, et al. Accuracy of artificial intelligence models in the prediction of periodontitis: a systematic review[J]. *JDR Clin Transl Res*, 2024, 9(4): 312-324.

· 专家介绍 ·



吕春旭, 山东大学齐鲁医学院口腔医学院·口腔医院副主任医师, 副教授。擅长牙周病的多学科序列治疗、牙龈退缩疾病的美学治疗、牙周炎患者的种植治疗以及常见牙体牙髓病的诊疗。主要研究方向为牙周组织发育与再生, 发表SCI论文3篇。任中华口腔医学会口腔遗传病与罕见病专业委员会青年委员, 山东省医师协会口腔分会及牙周病亚专业委员会秘书。



葛少华, 山东大学口腔医学院·口腔医院院长, 主任医师, 教授, 博士生导师。泰山学者特聘专家、宝钢基金优秀教师、国务院政府特殊津贴专家、山东省教学名师。担任山东省口腔生物材料与组织再生工程实验室和山东省口腔疾病临床医学研究中心主任, 兼任中华口腔医学会常务理事、中华口腔医学会牙周专业委员会副主任委员、中国医院协会口腔医院分会副会长、中国老年医学学会口腔医学分会副会长, 国家临床重点专科学术带头人。“十四五”规划教材《牙周病学》副主编, 《口腔医学》《现代口腔医学杂志》和《中国实用口腔科杂志》副主编, *Periodontology 2000*、*Bone Research*和*Chinese Chemical Letter*编委。研究方向为牙周组织再生, 主持国家自然科学基金等国家级项目7项和省部级项目10项。获山东省科技进步奖一等奖、二等奖各1项, 山东省医学科技奖一等奖1项。牵头参与制定规范、指南和共识7项。

(本文编辑 李彩)

《口腔医学》出版发行

书籍名称: 口腔医学

主编: 王松灵

出版社: 人民卫生出版社

内容介绍: 本书是一门以研究口腔及颌面部正常结构及功能, 疾病的病因、病理、诊断、治疗及预防为主要内容的学科。口腔是人体的重要组成部分, 同时口腔疾病与全身健康息息相关, 为了让非口腔医学专业人员更多地了解口腔医学知识, 本书将以疾病为主要线索编写, 简要介绍口腔常见、多发疾病的病因、临床表现、诊断及治疗原则, 并侧重介绍数字化技术在口腔的应用、口腔生物医学以及口腔疾病与全身疾病的关系等。本书还包括当下亟待解决的临床难题以及相关科研的最新结果及热议点, 在于启发读者的思考并着眼于切实解决科研和临床实践中的实际问题。

