

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202626042

· 鼻整形专题 ·

人工智能在功能鼻整形中的应用进展

余庆雄, 张天宇

(复旦大学附属耳鼻喉科医院 眼耳鼻整形外科, 上海 200031)

摘要:功能鼻整形术需兼顾功能修复与外观美化,然而其临床效果常受审美主观性、解剖结构复杂性及术后愈合不确定性等多重因素制约,导致治疗效果难以精准把控,患者满意度难以有效保障等临床痛点。近年来,人工智能技术发展迅速,已逐步渗透到医疗实践的各个环节。本文系统梳理了人工智能在鼻整形领域的应用现状,涵盖术前咨询、手术规划、术中辅助操作及术后效果评估等流程,全面展现了其从概念性辅助工具向临床整合工具的演进历程。人工智能已不再局限于鼻整形领域的未来概念,而是正在蓬勃发展的现实技术,正重塑鼻整形患者诊疗的全流程。展望未来,外科医生的专业经验与人工智能技术将协同发力,共同推进功能鼻整形手术整体水平的提升。

关键词:功能鼻整形;人工智能;医患沟通;术前评估;术中辅助

中图分类号:R765.9

Advances in the application of artificial intelligence in functional rhinoplasty

YU Qingxiong, ZHANG Tianyu

(Department of Facial Plastic and Reconstructive Surgery, Eye & ENT Hospital of Fudan University, Shanghai 200031, China)

Abstract: Functional rhinoplasty requires both functional repair and aesthetic refinement. However, its clinical outcomes are often constrained by multiple factors such as the subjectivity of aesthetic perception, the complexity of anatomical structures, and the uncertainty of postoperative healing, leading to difficulties in precisely controlling treatment results and effectively ensuring patient satisfaction. In recent years, artificial intelligence (AI) has developed rapidly and has gradually permeated all aspects of medical practice. This article systematically summarizes the current application status of AI in rhinoplasty, covering preoperative consultation, surgical planning, intraoperative assistance, and postoperative outcome evaluation, comprehensively demonstrating its evolution from a conceptual auxiliary tool to an integrated clinical tool. AI is no longer a futuristic concept in functional rhinoplasty but a thriving reality, reshaping the entire diagnosis and treatment workflow for patients undergoing rhinoplasty. Looking ahead, the professional experience of surgeons and AI technology will work in concert to jointly promote the overall improvement of functional rhinoplasty.

Keywords: Functional rhinoplasty; Artificial intelligence; Doctor-patient communication; Preoperative evaluation; Intraoperative assistance

功能鼻整形术是技术难度极高的外科手术之一,该手术需兼具艺术审美与外科操作精度,才能同时实现功能修复与外观美化的双重目标^[1]。然而,审美评价的主观性、个体解剖结构的复杂性以及术后愈合过程的不确定性,始终是外科医生面临的难题,这些因素使得医生难以精准把控患者预期,也难

以保障手术效果的满意度^[2-3]。近年来,人工智能技术发展迅速,涵盖机器学习、深度学习与生成式模型等多个领域,目前已逐步渗透到医疗实践的各个环节,并在面部整形与重建外科领域中展现出极大的发展潜力^[4-6]。从术前咨询、手术规划,到术中辅助操作与术后效果评估,人工智能有望为鼻整形领

基金项目:上海市“科技创新行动计划”(21DZ2200700)。

第一作者简介:余庆雄,男,博士,主治医师。

通信作者简介:张天宇,男,博士,教授。

域带来全新的发展范式,该范式以客观性、高效性与个性化为核心特征^[3,7]。人工智能不仅为临床决策提供了有力工具,还能够优化诊疗流程、强化患者教育,并对以往依赖主观评价的手术效果进行客观量化^[4,8]。本文系统梳理了人工智能在鼻整形领域的应用现状,全面展现了其从概念辅助工具向临床整合工具的演进历程。文中重点探讨了大语言模型推动的患者咨询模式变革、计算机视觉在术前评估中的作用、预测模型在风险分层中的价值,以及机器人技术在手术操作中的应用进展。同时,本文还深入分析了相关技术应用的伦理挑战与固有局限性,并展望了未来发展方向。最终,本文构建了一幅未来图景:外科医生的专业经验与人工智能技术将深度融合、协同发力,共同推进功能鼻整形手术整体水平的提升。

1 人工智能与医患沟通

大语言模型与对话式人工智能的问世,正在深刻重塑着外科诊疗核心环节的医患沟通环节^[9]。这些技术日益广泛地应用于虚拟医疗助手与信息咨询服务领域,从根本上改变了患者在围手术期获取医疗信息及与医疗系统互动的方式^[4,10]。鼻整形手术,尤其是修复性手术,不仅涉及到复杂的技术细节,患者往往还伴有较强的情绪波动。在此类对沟通质量要求极高的领域,人工智能聊天机器人能够为患者提供富有同理心、内容详尽且通俗易懂的信息,重塑了患者教育与医患互动模式^[11-12]。

大语言模型在临床场景中的实用价值,主要取决于其信息输出的准确性与可靠性。已有多项研究针对 ChatGPT、Gemini、Claude 等主流模型在解答鼻整形相关常见及复杂问题的能力进行了系统评估。一项对比分析显示,经验丰富的面部整形外科医生对 ChatGPT-4o、Gemini 和 Claude 的表现进行评分后发现,ChatGPT 在准确性与整体质量方面得分显著更高,但在信息完整性方面的评分相对较低^[13]。另一项针对复杂问题的研究表明,Claude 的回答质量最优,ChatGPT 紧随其后。这两款模型的表现均显著优于 Meta-AI 与 Gemini,该结论同样基于外科医生的评分结果^[14]。然而,所有模型都存在一个明显的局限性:生成的内容多处于大学阅读水平,且包含大量专业医学术语,这会影响患者的理解程度^[13,15]。一项关于鼻整形临床实践指南的研究显示,GPT-4 与 GPT-3.5 的整体回答准确率高达

90%,但不同类型问题的回答质量存在明显差异^[16]。这些通用型大语言模型基于概率生成内容,且缺乏针对特定医学领域的临床安全校验机制。这一问题已引发了广泛关注,也凸显了开发专业生物医学大语言模型的必要性。此类专业模型需基于高质量医疗数据进行微调,才能确保在高风险外科决策中应用的安全性^[11]。为解决预训练模型易产生错误信息的问题,检索增强生成技术被提出作为解决方案。一项针对鼻整形术后问题的研究对检索增强生成模型进行了测试,结果显示,尽管该模型生成的回答总体准确,但 30.8% 的无响应率暴露出其在查询意图理解方面的不足,这也反映出该技术当前所具有潜力与局限^[17]。

术后恢复期是患者疑问与担忧集中的关键阶段。人工智能聊天机器人正在逐渐成为极具价值的一线支持工具,不仅有助于提升患者满意度,也能在不降低医疗安全标准的前提下有效减轻临床工作负担。一项回顾性研究显示,36% 的功能鼻整形患者会在术后主动联系医护人员,且他们的大部分疑虑可通过常规健康指导与心理安抚得到解决^[18]。在针对典型患者咨询问题的测试中,ChatGPT 给出的回答 98% 达到“良好”或“优秀”等级。对于提示潜在并发症的“预警问题”,其回答的专业性获得专家的一致认可,认可度达 100%^[18]。这一结果表明,大语言模型能够有效对患者的咨询进行分级处理,精准区分需要外科医生紧急介入的情况与可通过标准术后指导解决的常规问题^[19]。后续多项研究进一步证实,ChatGPT-4o 等模型能够针对常见术后问题,提供符合临床规范且安全可靠的解答。在医生无法及时接诊的情况下,这类模型可作为患者咨询的有效补充工具^[20-21]。该功能不仅能缓解患者的焦虑情绪,还能通过自动化回复常见问题,优化临床医疗资源的分配效率^[17,21]。

近期一项研究得出了令人瞩目的结论:大语言模型能够展现出极高的同理心与出色的沟通能力,甚至在部分评估维度上超越了人类医学专家。一项以修复性鼻整形咨询场景为背景的研究,通过设计模拟患者提问,对模型与临床医生的回答进行系统评估。结果显示,ChatGPT 在所有评估指标上的平均得分均居首位,在同理心、精准度、内容完整性与沟通技巧等方面,显著优于两名资深外科医生,Gemini 模型在上述维度的表现同样优于参与测试的外科医生^[12]。另一项对比研究同样发现,ChatGPT 回答的准确性、完整性与整体质量均优于资深外

科医生,在盲评试验中,该模型的回答在 81% 的情况下被评估者优先选择^[22]。尽管这些模型能够生成结构清晰、语气安抚且内容全面的回答,但需要明确的是,这种同理心是算法模拟的结果,而非真正意义上的情感理解^[12,22]。即便如此,它们的出色表现充分表明,大语言模型在辅助患者教育与患者咨询方面具有巨大潜力,它不仅有助于填补医患之间的信息鸿沟,更为医疗沟通的清晰性与全面性树立了更高标准^[9]。

2 人工智能在术前评估及手术规划中的应用

传统鼻整形的术前评估与手术规划高度依赖外科医生的临床经验与美学判断,通常仅辅以人工测量与二维影像学检查。计算机视觉与生成式人工智能技术的融入,为该环节带来革命性变化,这些技术提供了客观、自动化且高度个性化的辅助工具。借助相关技术,医生能够实现面部特征的精准量化、术后效果的逼真三维模拟,以及基于数据的解剖结构评估,从而推动鼻整形领域朝着更高精度与可预测性的方向发展^[1,8]。

2.1 自动化人体测量

鼻部比例的精准量化是鼻整形手术规划的基础。传统人工测量方式不仅耗时,且存在较高的评估者间差异^[23]。卷积神经网络作为实现该过程自动化的有力工具,能够确保测量的高准确性与可重复性。研究人员开发了轻量级深度学习算法,仅需一张正面面部照片,即可自动定位鼻部区域并计算表观鼻指数。该算法的计算结果与人工标注的真实值高度吻合,相关系数达 0.819。这类系统能够将鼻部形态可靠地归类为标准人体测量学类型,为手术规划与术后效果追踪提供了高效、客观的辅助手段^[23]。多项其他研究也证实,卷积神经网络模型能够从二维图像中精准提取各类面部解剖标志点,该模型自动测量的线性距离与角度误差均值分别小于 1 mm 和 0.5 度^[24]。鼻部畸形的自动化量化不仅为术前规划奠定了坚实基础,也有助于加强医患沟通,并可集成至手机应用程序中,进一步提升技术的可及性^[24-25]。

2.2 三维模拟与术后预测

手术效果的可视化呈现是患者咨询过程中的核心环节,有助于统一医患双方的预期,完善手术方案^[26]。传统二维与三维模拟软件虽已应用多年,但这类工具高度依赖外科医生的手动操作,往往耗时

较长^[1,27-28]。生成对抗网络及其他深度学习模型的出现,催生了新一代自动化、数据驱动的模拟工具。研究人员基于大量术前术后配对图像训练生成对抗网络,开发出能够通过单张术前照片预测术后效果的模拟系统。在一项研究中,人类评估者对生成对抗网络生成的模拟图与真实术后照片的识别正确率仅为 52.5%。这一结果表明,模拟图与真实术后效果几乎达到了以假乱真的程度^[26]。部分人工智能模型还可通过学习特定外科医生的审美风格,生成与其手动模拟结果高度契合的术后预测图^[29]。此外,针对亚洲患者的特点,研究人员开发了能够自动设计鼻部三维轮廓的深度神经网络。该技术设计效果与人工设计相当,为实现高效、个性化的手术规划提供了全新范式^[1]。这些先进系统突破了传统的形态变形技术,能够基于数千例真实手术数据预测术后组织变化规律,生成更逼真、更具临床可行性的效果模拟图^[2-3]。

2.3 移植植物适用性判断

结构性鼻整形手术的成功与否,在很大程度上取决于软骨移植物的质量与可用性。人工智能技术为移植植物供区的术前评估提供了创新解决方案,有助于优化手术规划并降低术中不确定性。例如,自体肋软骨钙化是影响移植植物适用性的关键因素。研究人员基于大规模高加索人群的胸部计算机断层扫描数据训练了机器学习模型,确立了按性别划分的年龄阈值:建议女性超过 23 岁、男性超过 40 岁时,术前应进行胸部计算机断层扫描检查,以评估肋软骨钙化是否影响临床应用^[30]。这种基于数据的方法有助于医生更合理地选择移植植物供区,并更好地管理患者预期。同样,在筛骨垂直板取材用于移植植物制备时,精准定位安全取材区域是避免手术并发症的关键。研究人员基于 nnU-Net 框架训练人工智能模型,实现了从计算机断层扫描图像中对筛骨垂直板及其安全取材区的精准三维分割。该技术将分割时间缩短了近 40%,远超人工分割效率^[31]。这项技术具备与增强现实导航系统集成的潜力,有望进一步提升术中操作的精准度与安全性。研究还表明,基于人工智能的磁共振成像分析技术能够更清晰地显示鼻软骨结构,相比传统成像方法,为鼻整形术前规划提供了更优质的图像支持^[32]。

3 手术预后与风险预测

预测手术效果并对患者进行风险分层,是实现

个体化医疗的核心目标。在功能鼻整形领域,基于机器学习的预测模型正推动外科医生从被动应对问题转向主动、数据驱动的决策模式^[6,33]。通过整合并分析涵盖生物学特征、手术参数及行为学因素的复杂多维数据集,人工智能技术不仅能够精准预测潜在并发症、客观评估手术效果,甚至能筛查出可能影响患者满意度的潜在心理风险问题。

3.1 术后并发症预测

术后并发症与患者满意度低,是美容外科领域面临的重要挑战。一项创新性研究首次开发了基于自动化机器学习的自体肋软骨鼻整形预后预测框架^[33]。该模型整合了20余项临床参数,展现出极高的预测准确性。其预测术后1个月并发症的受试者工作特征曲线下面积达0.867,同时能够精准预测术后1年患者的满意度评分。研究确定了术后1个月内鼻部碰撞与吸烟是影响预后的关键因素,体现了该模型在结合手术操作精准度与患者报告结局方面的价值^[33]。除并发症预测外,术中出血管理对于保障手术视野清晰度及患者安全至关重要,机器学习技术也被应用于该领域。研究人员采用多种回归模型,基于术前用药情况预测术中出血量。线性回归与岭回归模型分析结果均证实,可乐定在减少术中出血方面的效果优于氨甲环酸。这一结果凸显了人工智能在优化围手术期治疗方案中的实用价值^[34]。

3.2 手术效果评估

传统鼻整形效果评估具有较强的主观性,主要依赖外科医生与患者的主观感受。人工智能技术提供了一系列客观、量化的评估工具。例如,研究人员利用人工智能分析工具,精准测量了保留鼻背法与传统驼峰切除术两种术式术后鼻背美学曲线的变化差异,为对比不同手术方案的效果提供了客观指标^[35]。研究人员还通过神经网络分析,量化了鼻整形手术的“同质化效应”。研究发现,患者术后外观相似度显著提高,且在同一位外科医生接诊的患者群体中,这种现象尤为明显。这一结果揭示了可量化的外科医生“个人手术风格”^[36]。此外,人工智能技术还被用于评估鼻整形手术的抗衰老效果。一项研究显示,尽管患者术后随访时间平均超过两年,但人工智能评估的患者年龄并未出现显著增长,这表明手术具有一定的年轻化效果^[37]。另一项采用排序卷积神经网络算法的研究也证实了这一结论,该研究发现患者术后的表观年龄平均年轻了3.1岁^[38]。这些客观量化指标对鼻整形领域的临

床研究具有重要意义,有助于优化手术技术,并为患者提供基于数据的术后效果参考^[35,39-40]。

3.3 人工智能在躯体变形障碍诊断中的应用

美容外科患者的满意度与心理健康状况密切相关。躯体变形障碍是一种精神心理疾病,患者会过度关注自身外貌中微小或臆想的缺陷。该疾病在鼻整形患者群体中较为常见,是影响手术效果满意度的重要因素。术前识别这类患者至关重要,因为手术不仅无法缓解其心理困扰,反而可能加重病情。为应对这一诊断难题,研究人员基于《精神疾病诊断与统计手册(第四版)》中躯体变形障碍的诊断标准,开发了模糊语言模型。该模型可量化寻求美容手术患者的心理困扰程度^[41]。测试结果显示,该模型诊断准确性高,与临床评估结果的一致性良好,Kappa值达0.805,具备作为有效筛查工具的潜力。通过对患者心理困扰程度进行量化评估,该人工智能系统能够协助外科医生有效识别高风险人群。这些人群在接受手术前,建议先接受专业心理评估,从而提升患者医疗安全,实现更合理的临床管理^[41]。

4 术中辅助技术

手术室正逐渐演变为人类与智能机器协同合作的重要场所。人工智能驱动下,各类辅助工具不仅能够增强外科医生的操作能力,提高手术精准度,还能提供实时反馈。尽管全自动鼻整形手术的实现仍有待时日,但智能辅助系统已在术中关键操作环节发挥重要作用。这些技术涵盖了用于软骨精准塑形的机器人系统,以及能够增强外科医生感知能力的智能手术器械,共同预示着数字化辅助外科时代的来临。

4.1 软骨雕刻机器人

软骨移植物的手工塑形是结构性鼻整形手术中一项精细且耗时的关键步骤,对医生的技术水平与临床经验要求极高。机器人系统为解决这一难题提供了创新方案,有助于提升手术操作效率与精准度。一项尸体实验研究验证了配备打磨工具的增强型机器人的效能。该机器人能够精准雕刻肋软骨材料,模拟鼻翼软骨形态^[42]。实验结果显示,机器人操作的均方根误差仅为0.40 mm,达到亚毫米级精准度;其完成雕刻的平均时间为14 min,明显快于资深外科医生手工塑形所需的22 min。这项技术为复杂鼻修复手术提供了全新的选择,有望实现这一高度个体化手术步骤的标准化,进而提升手术效果的一

致性^[42]。

4.2 人工智能与鼻骨截骨术

截骨术是功能鼻整形手术的关键步骤,传统操作主要依赖外科医生的本体感觉与触觉反馈。为了增强操作的客观性并提升手术安全性,研究人员开发了配备力传感器的智能锤,可在手术过程中提供实时数据监测。该设备能够精确记录每次敲击的冲击力参数^[43-44]。通过机器学习算法分析传感器采集的信号,系统不仅能精准判断骨组织状态,还能预测骨折发生的时机,其预测准确率高达 93%,误差范围可控制在两次敲击以内^[43-44]。此外,系统还能通过分析不同的敲击信号特征,区分截骨器械尖端所处的解剖位置,判断其位于较薄的鼻骨还是较厚的额骨区域。这一功能可为外科医生提供关键的决策依据,指导其适时调整敲击力度与方向^[43]。该技术作为一种术中决策支持系统,利用量化数据辅助医生的临床判断,有助于降低不良骨折形态的发生率及手术并发症风险^[44]。早期研究还探索了快速碰撞检测算法,用于在虚拟手术模拟系统中防止植入物与骨骼的错误接触,为更先进的术中导航技术奠定了基础^[45]。

5 人工智能在功能鼻整形应用中的挑战与未来

人工智能技术在功能鼻整形领域的快速应用,也带来了一系列亟待解决的挑战与伦理问题。尽管该技术在提升手术精准度、客观性及患者预后效果的潜力巨大,但过度依赖技术、算法偏见以及医疗人文关怀淡化等风险,也引发了学界的深入反思^[2,46]。人工智能在外科领域的未来发展,并非在技术与传统之间做出非此即彼的选择,而应是一个负责任的整合过程。这一过程必须以保障患者安全、恪守伦理准则与提升外科技术水平为核心目标。

5.1 算法偏见与伦理安全

人工智能模型中潜藏的算法偏见,是引发广泛关注的重要伦理问题。基于互联网海量数据训练的文本生成图像模型,已被证实存在强化西方审美标准的倾向。在这类模型生成的图像中,肤色较浅、鼻梁高挺的人物形象占比过高,而不同种族、性别与年龄群体的多样性特征则体现不足^[47-48]。这种现象会进一步固化难以企及的单一审美标准,加剧医疗服务的平等^[2]。此外,使用患者数据训练人工智能模型,引发了严峻的数据隐私与安全问题,需要建立完善的伦理规范与安全保障机制^[2,9]。当前技术

应用面临的核心挑战在于对通用大语言模型的过度依赖。这类模型缺乏高风险医疗应用所必需的专业医学知识与临床安全校验机制。因此,开发专业、符合伦理准则且经过临床验证的外科大语言模型与生物医学大语言模型,已成为当务之急。这类专业模型必须基于高质量、具有代表性的围手术期数据进行微调,才能确保其应用的安全性与可靠性^[11]。

5.2 人工智能与功能鼻整形的未来方向

学界专家普遍认为,人工智能在鼻整形领域的未来发展方向并非取代外科医生,而是增强其专业技能与临床判断力^[46]。人工智能技术的核心价值在于减轻医生的认知负担,通过自动化处理人体测量、文献检索等重复性工作,并提供客观数据支持临床决策^[4,23,46]。该技术可作为强大的外科培训工具,让住院医师在无风险的模拟环境中,练习和掌握不同手术技巧^[27-28]。理想的未来医疗模式,是人机协同合作的共生关系。外科医生的临床直觉、操作技巧与共情能力,将与人工智能的数据分析能力及信息处理能力形成互补。这种人机协同合作模式鼓励外科医生与数据科学家携手,共同推动人工智能技术的发展。通过这种方式,可确保相关技术的研发与应用始终以提升患者医疗质量、提高手术效率为目标,同时保留医学实践中独特的人文关怀属性^[4,8]。

6 结论

人工智能已不再是鼻整形领域的未来概念,而是正在蓬勃发展的现实技术,正重塑鼻整形患者诊疗的全流程。从大语言模型在术前咨询中提供更精准、更具同理心的患者教育,到计算机视觉与生成式人工智能在术前规划中实现客观测量与逼真手术模拟,人工智能技术为鼻整形领域带来了前所未有的精准度与个性化水平。预测模型使医生能够主动进行风险分层并客观评估手术效果,智能术中辅助系统则通过实时反馈与机器人技术支持,进一步优化手术操作过程。然而,这场技术革命也伴随着诸多挑战。人工智能模拟可能引发患者不切实际的预期,算法偏见问题亟待解决,数据隐私保护至关重要。这些问题都要求我们在技术应用过程中采取审慎、符合伦理的态度。鼻整形领域的未来发展,不在于手术过程的完全自动化,而在于构建成熟的人机协作模式。通过将人工智能作为临床专业技能的有力补充,我们能充分发挥其技术潜力,减轻医生工作

负担,优化手术技能,最终推动患者医疗服务水平的整体提升。人工智能技术的持续、负责任的发展与合理整合,必将推动鼻整形美学与科学的深度融合,实现更安全的手术操作、更可预测的手术效果与更高的患者满意度。

参考文献:

- [1] Li R, Shu F, Zhen Y, et al. Artificial intelligence for rhinoplasty design in Asian patients[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2024, 48(8): 1557-1564.
- [2] De Bernardis R, Salzillo R, Persichetti P. Artificial intelligence in rhinoplasty: Precision or over-reliance [J]? *Aesthetic Plast Surg*, 2025, 49(19): 5653-5654.
- [3] Eldaly AS, Avila FR, Torres-Guzman RA, et al. Simulation and artificial intelligence in rhinoplasty: A systematic review[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2022, 46(5): 2368-2377.
- [4] Bayar Muluk N. Artificial intelligence in facial plastic procedures [J]. *Clin Otolaryngol*, 2026, 51(1): 1-6.
- [5] Adegboye FO, Peterson AA, Sharma RK, et al. Applications of artificial intelligence in facial plastic and reconstructive surgery: A narrative review[J]. *Facial Plast Surg Aesthet Med*, 2025, 27(3): 275-281.
- [6] Nogueira R, Eguchi M, Kasmirski J, et al. Machine learning, deep learning, artificial intelligence and aesthetic plastic surgery: A qualitative systematic review[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2025, 49(1): 389-399.
- [7] Meretsky CR, Polychronis A, Clark D, et al. Advantages and disadvantages of reconstructive and preservation rhinoplasty: Surgical techniques, outcomes, and future directions[J]. *Cureus*, 2024, 16(9): e69002.
- [8] Rokhsad R, Keyhan SO, Yousefi P. Artificial intelligence applications and ethical challenges in oral and maxillo-facial cosmetic surgery: a narrative review[J]. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*, 2023, 45(1): 14.
- [9] Buzzaccarini G, Degliuomini RS, Borin M. The artificial intelligence application in aesthetic medicine: How ChatGPT can revolutionize the aesthetic world [J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2023, 47(5): 2211-2212.
- [10] Xie Y, Seth I, Hunter-Smith DJ, et al. Aesthetic surgery advice and counseling from artificial intelligence: A rhinoplasty consultation with ChatGPT[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2023, 47(5): 1985-1993.
- [11] Ray PP. From conversations to clinical insight: Charting the future of generative AI-guided Revision rhinoplasty consultations [J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2026, doi: 10.1007/s00266-026-05661-1.
- [12] Bastaninejad S, Alipour S, Ishida LC, et al. Evaluating the insights of ChatGPT, Gemini and expert surgeons in revision rhinoplasty consultation[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2025, online ahead of print.
- [13] Meyer MKR, Kandathil CK, Davis SJ, et al. Evaluation of rhinoplasty information from ChatGPT, Gemini, and Claude for readability and accuracy[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2025, 49(7): 1868-1873.
- [14] Goshtasbi K, Best C, Powers B, et al. Comparative performance of the leading large language models in answering complex rhinoplasty consultation questions[J]. *Facial Plast Surg Aesthet Med*, 2025, 27(4): 378-383.
- [15] Seth I, Lim B, Xie Y, et al. Comparing the efficacy of large language models ChatGPT, BARD, and Bing AI in providing information on rhinoplasty: An observational study[J]. *Aesthet Surg J Open Forum*, 2023, 5: ojad084.
- [16] Shiraishi M, Tsuruda S, Tomioka Y, et al. Advancement of generative pre-trained transformer Chatbots in answering clinical questions in the practical rhinoplasty guideline [J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2025, 49(7): 1874-1880.
- [17] Genovese A, Prabha S, Borna S, et al. Artificial intelligence for patient support: Assessing retrieval-augmented generation for answering postoperative rhinoplasty questions[J]. *Aesthet Surg J*, 2025, 45(7): 735-744.
- [18] Palmer WJ, Michlin D, Estephan L, et al. Utility and safety of artificial intelligence for patient-initiated contact after functional rhinoplasty[J]. *OTO Open*, 2025, 9(4): e70170.
- [19] Soto-Galindo GA, Capelleras M, Cruellas M, et al. Effectiveness of ChatGPT in identifying and accurately guiding patients in rhinoplasty complications[J]. *Facial Plast Surg*, 2024, 40(5): 623-627.
- [20] Ibas M, Dursun S, Paksoy M, et al. Accuracy and safety of ChatGPT-4o responses in rhinoplasty postoperative counseling: a panel-based study[J]. *Acta Otolaryngol*, 2025, 145(9): 851-856.
- [21] Capelleras M, Soto-Galindo GA, Cruellas M, et al. ChatGPT and rhinoplasty recovery: An exploration of AI's role in postoperative guidance[J]. *Facial Plast Surg*, 2024, 40(5): 628-631.
- [22] Durairaj KK, Baker O, Bertossi D, et al. Artificial intelligence versus expert plastic surgeon: Comparative study shows ChatGPT "wins" rhinoplasty consultations: Should we be worried [J]? *Facial Plast Surg Aesthet Med*, 2024, 26(3): 270-275.
- [23] Saravi B, Schorn L, Lommen J, et al. Automatic apparent nasal index from single facial photographs using a lightweight deep learning pipeline: A pilot study [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2025, 61(11): 1922.
- [24] Minh Trieu N, Truong Thinh N. The anthropometric measurement of nasal landmark locations by digital 2D photogrammetry using the convolutional neural network[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(5): 891.
- [25] Raj U, Garg A, Vathulya M, et al. Quantifying nasal deformities using a novel mathematical method to complement preoperative assessment in rhinoplasty patients [J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2024, 92: 75-78.
- [26] Knoedler S, Alfertshofer M, Simon S, et al. Turn your vision into reality-AI-powered pre-operative outcome simulation in rhinoplasty surgery[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2024, 48(23): 4833-4838.
- [27] Constantian MB. Interactive computer graphics: a new technology

- to improve judgment in rhinoplasty[J]. Clin Plast Surg, 1987, 14(4):623-630.
- [28] Constantian MB, Ehrenpreis C, Sheen JH. The expert teaching system; a new method for learning rhinoplasty using interactive computer graphics[J]. Plast Reconstr Surg, 1987, 79(2):278-283.
- [29] Chinski H, Lerch R, Tournour D, et al. An artificial intelligence tool for image simulation in rhinoplasty[J]. Facial Plast Surg, 2022, 38(2):201-206.
- [30] van Dam VS, Berzenji D, van den Berg AS, et al. Costal cartilage calcification in a Caucasian population: Machine learning recommendations for chest CT-guided rhinoplasty planning[J]. Facial Plast Surg, 2025, online ahead of print.
- [31] Shen H, Pan X, Du S, et al. AI-based three-dimensional identification of safe harvesting area of perpendicular plate of ethmoid in rhinoplasty[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2025, 110:229-238.
- [32] Gao Y, Liu WV, Li L, et al. Usefulness of T2-weighted images with deep-learning-based reconstruction in nasal cartilage[J]. Diagnostics (Basel), 2023, 13(19):3044.
- [33] Niyazi A, Tuohuti T, Nannan X, et al. Development of a prognostic prediction model and visualization system for autologous costal cartilage rhinoplasty: an automated machine learning approach[J]. Front Surg, 2025, 12:1594514.
- [34] Asghari Varzaneh Z, Hemmatipour A, Kazemi-Arpanahi H. Comparing the effect of pre-anesthesia clonidine and tranexamic acid on intraoperative bleeding volume in rhinoplasty: a machine learning approach[J]. Sci Rep, 2025, 15(1):30062.
- [35] Xu L, Huang H, Kandathil CK, et al. Postoperative differences in dorsal aesthetic lines in patients undergoing dorsal preservation rhinoplasty and conventional hump resection[J]. Aesthet Surg J, 2025; sjaf255.
- [36] Khaw KL, Lu SM. One profile to rule them all? A neural network analysis of the homogenizing effect of primary rhinoplasty[J]. Aesthet Surg J, 2025, 45(10):1012-1016.
- [37] Yalçın MZ, Toplu Y, Kurt O. Can artificial intelligence detect the anti-aging effect of rhinoplasty[J]? J Plast Surg Hand Surg, 2025, 60:84-90.
- [38] Dorfman R, Chang I, Saadat S, et al. Making the subjective objective: Machine learning and rhinoplasty[J]. Aesthet Surg J, 2020, 40(5):493-498.
- [39] McCleary S, Khan A, Khetpal S, et al. Does laterality of the caudal septal extension graft matter? A photograph-based analysis of symmetry in rhinoplasty[J]. Plast Reconstr Surg, 2025, online ahead of print.
- [40] Khetpal S, Peck C, Parsaei Y, et al. Perceived age and attractiveness using facial recognition software in rhinoplasty patients: A proof-of-concept study[J]. J Craniofac Surg, 2022, 33(5):1540-1544.
- [41] de Brito MJ, Nahas FX, Ortega NR, et al. Support system for decision making in the identification of risk for body dysmorphic disorder: a fuzzy model[J]. Int J Med Inform, 2013, 82(9):844-853.
- [42] Smith C, Fowler J, Ferreira L, et al. Robot-assisted nasal reconstruction: A cadaveric study[J]. J Craniofac Surg, 2023, 34(4):1343-1346.
- [43] Lamassoure L, Giunta J, Rosi G, et al. Anatomical subject validation of an instrumented hammer using machine learning for the classification of osteotomy fracture in rhinoplasty[J]. Med Eng Phys, 2021, 95:111-116.
- [44] Giunta J, Lamassoure L, Nokovitch L, et al. Validation of an instrumented hammer for rhinoplasty osteotomies: A cadaveric study[J]. Facial Plast Surg Aesthet Med, 2022, 24(5):369-374.
- [45] Xie K, Yang J, Zhu YM. Fast collision detection based on nose augmentation virtual surgery[J]. Comput Methods Programs Biomed, 2007, 88(1):1-7.
- [46] Genovese A, Prabha S, Forte AJ. Invited response to “artificial intelligence in rhinoplasty: Precision or over-reliance?”[J]. Aesthetic Plast Surg, 2025, 49(19):5655-5656.
- [47] Trabilsy M, Genovese A, Prabha S, et al. Utilizing generative text-to-image artificial intelligence models to explore race, gender, and age in plastic and aesthetic surgery[J]. Aesthet Surg J, 2025, 45(9):NP172-NP178.
- [48] Lim B, Seth I, Kah S, et al. Using generative artificial intelligence tools in cosmetic surgery: A study on rhinoplasty, facelifts, and blepharoplasty procedures[J]. J Clin Med, 2023, 12(20):6524.

(收稿日期:2026-02-01)

本文引用格式:余庆雄,张天宇. 人工智能在功能鼻整形中的应用进展[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2026, 32(1):42-48. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202626042

Cite this article as: YU Qingxiong, ZHANG Tianyu. Advances in the application of artificial intelligence in functional rhinoplasty[J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2026, 32(1):42-48. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202626042