

人工智能时代下甲状腺癌术后康复的发展现状与展望

丁俊豪¹ 胡永红² 李旭英² 彭小伟¹ 周诗韦¹ 谭艳² 宋小花¹ 欧美君¹ 郭立文^{2*}

1.湖南省肿瘤医院头颈外科（甲状腺外科），湖南长沙 410013；

2.湖南省肿瘤医院护理部，湖南长沙 410013；

【摘要】 甲状腺癌患者术后康复涉及功能恢复、心理适应及长期健康管理等多个方面。随着患者生存期延长，传统康复模式在持续随访等问题上存在诸多不足。本文综述了甲状腺癌术后康复需求，重点分析人工智能在康复评估、康复干预、远程康复管理、心理支持的应用现状，并分析目前临床应用面临的挑战。在此基础上，探讨人工智能时代下甲状腺癌术后康复的发展趋势，以期为甲状腺癌智慧康复体系建设提供参考。

【关键词】 人工智能；甲状腺癌；术后康复；智慧医疗

【中图分类号】 R736.1

甲状腺癌是我国常见癌症之一，近年来发病率急剧上升，已成为头颈部最常见的恶性肿瘤^[1]。其中分化型甲状腺癌占比 93.75%，手术切除是最主要的治疗手段，患者术后可能出现颈部功能障碍、发声和吞咽功能受损、甲状旁腺功能减退、疲乏及焦虑抑郁等问题，影响其生活质量^[2]。随着诊疗水平的提高，患者长期生存率显著提升，术后康复需求已由单纯功能恢复逐步延伸至长期健康管理、心理支持等方面。甲状腺癌患者较长的生存期，也使康复过程具有长期性与连续性，因此本文所述“术后康复”涵盖出院后至长期随访阶段的连续性健康管理过程。目前以医院门诊随访和患者自我管理为主的传统康复模式在连续性、个体化及长期管理方面逐渐显现不足，难以满足全病程康复需求^[3]。

人工智能（artificial intelligence, AI）作为基于计算机算法实现的智能分析与决策支持技术，主要包括机器学习、计算机视觉、自然语言处理等方法，通过数字健康平台、可穿戴设备及智能对话系统等形式在医疗场景中实现应用^[4]。近年来，AI 在疾病诊断、健康管理及康复医学等领域得到广泛应用，并在甲状腺癌术后康复管理方面展现出较大潜力^[5]。在“健康中国”战略和智慧医疗发展的推动下，AI 为构建全周期、个体化的甲状腺癌术后康复管理模式提供了新的技术路径。

通讯作者：郭立文； 邮箱：guoliwen@hnca.org.cn
基金项目：湖南省自然科学基金（2024JJ9271）；
湖南省卫生健康科研课题（20255241）（20257254）

基于此，本文检索中国知网、万方数据库、维普数据库、PubMed、Web of Science 和 Embase 等数据库，检索时间截至 2026 年 5 月，采用主题词与自由词相结合的检索策略，中文检索词包括“甲状腺癌”、“术后康复”、“人工智能”、“智慧医疗”、“远程康复”、“数字健康”、“智能随访”、“远程康复”；英文检索词包括“thyroid cancer”、“postoperative rehabilitation”、“artificial intelligence”、“digital health”、“tele-rehabilitation”、“large language model”。纳入与甲状腺癌术后康复及 AI 应用相关的研究、综述及指南文献，对相关内容进行归纳分析。本文重点综述 AI 在康复评估、康复干预、远程康复管理及心理支持等方面的研究进展，并分析其面临的挑战与未来发展方向，以期为甲状腺癌智慧康复体系建设提供参考。

1. 甲状腺癌术后康复需求与现状

1.1 生理功能康复需求

甲状腺癌术后患者的生理功能康复需求主要涉及颈肩功能恢复、发声与吞咽功能重建以及治疗相关并发症管理。手术尤其是伴随颈部淋巴结清扫时，可能导致颈部疼痛、活动受限、肩关节功能下降及上肢活动障碍，影响患者日常生活和社会活动^[6]。术中喉返神经或喉上神经损伤可引起声音嘶哑、发声疲劳、吞咽困难及饮水呛咳等问题，对患者沟通能力和生活质量造成不利影响^[7]。随着患者对生活质量关注度的提高，术后瘢痕及外观改变也逐渐成为重要康复需求^[8]。这些问题贯穿患者术后恢复的全过程，不仅影响短期康复效果，也关系到长期生活质量。现阶段临床管理仍以围手术期并发症预防及疾病监测为重点，对功能恢复及长期生活质量的系统性评估与连续管理仍相对不足。随着甲状腺癌逐步进入长期生存阶段，其康复目标已由短期功能恢复逐步扩展至长期功能维持与社会功能重建。在此背景下，术后康复模式亟需从单纯并发症管理转向功能恢复与生活质量并重的综合管理模式，以适应长期、动态变化的康复需求。

1.2 心理与社会适应需求

尽管甲状腺癌总体预后较好，但患者在确诊、治疗及随访过程中仍常伴有焦虑、抑郁、疾病复发恐惧及对未来不确定性的担忧，其心理痛苦状态可持续存在并影响生活质量^[9]。患者还面临社会角色转变与社会功能重建等问题，疾病及治疗会影响工作、家庭及社会交往，降低社会参与度与生活满意度。与生理功能障碍相比，心理问题具有隐匿性强、持续时间长及识别不足等特点，即使在疾病控制良好的情况下，患者仍可能长期受到复发恐惧、身体形象改变等问题困扰。这类问题在常规康复体系中较难被系统识别与持续评估。现阶段康复管理多侧重于疾病指标监测与生

理功能恢复，对心理社会需求的动态评估与连续干预相对不足。尽管家庭支持、社会支持及信息支持有助于改善患者心理适应状态，但现有支持体系仍缺乏系统化整合与长期跟踪机制^[10]。因此，甲状腺癌术后康复不应局限于生理功能恢复，而应强化心理社会适应与生理康复的协同管理，将心理支持纳入全病程康复体系，并实现由阶段性干预向连续性、动态化管理模式的转变。

1.3 长期康复管理现状与挑战

甲状腺癌患者具有生存率高、随访周期长的特点，术后管理逐渐呈现慢病化趋势。患者需长期接受甲状腺功能检测、影像学评估及复发风险监测，以及时发现疾病进展或复发。甲状腺癌患者通常需要长期接受甲状腺激素治疗，药物剂量需根据疾病状态及个体差异进行动态调整^[11]。饮食管理、体重控制、身体活动及健康行为维持等因素也与患者预后及生活质量密切相关^[12]。目前甲状腺癌术后长期康复管理仍以定期门诊随访为主，管理重点主要集中于疾病监测和药物调整，而对院外康复过程中功能恢复、健康行为维持及生活质量变化的关注相对不足^[3]。由于门诊随访具有间断性，医务人员难以及时掌握患者康复状态的动态变化，患者在出现功能障碍、心理困扰或用药问题时也难以及时获得专业指导，从而影响康复依从性与自我管理效果。随着甲状腺癌患者数量增加及生存期延长，传统门诊随访模式在连续性管理、个体化干预及院外康复支持方面逐渐显现局限。甲状腺癌术后康复重点亦由疾病监测逐步转向功能维持、生活质量提升及自我管理促进。因此，构建覆盖全病程的连续性康复管理体系成为重要发展方向，为AI技术的应用提供现实需求。

2. 人工智能在甲状腺癌术后康复中的应用现状

2.1 智能化康复评估

计算机视觉技术可对患者颈部及肩关节运动进行实时分析，量化评估活动范围、运动轨迹及功能恢复程度，为康复方案制定和效果评价提供依据^[13]。AI在语音和吞咽功能评估方面同样具有应用价值。通过分析患者语音特征及吞咽过程中的运动变化，可识别声音嘶哑、发声障碍及吞咽异常等问题，实现功能状态的客观评估和动态监测^[14]。基于机器学习的预测模型还可整合患者临床特征、治疗信息及康复数据，对功能恢复趋势和康复结局进行预测，识别恢复风险较高的人群，为早期干预和个体化康复管理提供支持^[15]。与传统依赖主观判断和阶段性评估的模式相比，智能化康复评估能够实现功能状态的客观量化与连续监测，提高评估结果的一致性和敏感性。对于甲状腺癌术后患者而言，AI技术有助于识别颈肩功能、发声及吞咽功能恢复过程中的细微变化，为个体化康复干预和精准管理提供数据支持。

2.2 智能化康复干预

基于计算机视觉的智能康复系统可指导患者在居家环境中完成颈部及肩关节训练，并对动作完成质量进行实时评估和反馈，提高训练的规范性和依从性^[16]。虚拟现实和增强现实技术在改善运动功能和提高康复依从性方面具有一定优势，系统还可根据患者功能恢复情况动态调整训练内容和强度，实现个体化康复管理^[17]。针对甲状腺癌术后患者长期甲状腺激素治疗需求，AI系统可整合甲状腺功能指标、症状表现及相关健康数据，为药物剂量调整提供辅助决策支持，提高用药管理的精准性和便利性^[18]。与传统的医务人员指导、阶段性门诊随访的康复模式相比，AI驱动的康复干预在提升训练依从性、增强居家管理能力及实现个体化动态调整方面具有明显优势。对于甲状腺癌术后患者而言，AI技术能够更好适应其“长期性、动态性与居家化”的康复特征，因而具有较为突出的应用价值。

2.3 智能随访与远程康复管理

依托智能化移动医疗平台，患者可完成健康信息记录、症状反馈和随访管理，医务人员则能够实时掌握患者康复状况，及时开展风险预警和干预，从而提高复查依从性和长期管理效果^[19]。可穿戴设备的发展为远程康复提供了连续、客观的数据支持。通过监测心率、活动量、睡眠等健康指标，可动态评估患者身体状态和康复进展，为个体化健康管理提供依据^[20]。AI与远程医疗技术的结合进一步拓展了康复服务场景，医务人员可基于患者上传的数据开展在线评估、康复指导和随访管理，提高优质医疗资源的可及性，并推动甲状腺癌术后康复由阶段性管理向全病程管理转变。该模式能够有效弥补传统门诊随访在间隔时间长、信息获取滞后及连续性不足等方面的局限，尤其适用于甲状腺癌术后长期生存且需持续监测与动态调整的患者群体，在提升随访效率与强化院外管理方面具有重要应用价值。

2.4 智能化辅助心理康复

AI在心理康复中的应用主要体现在心理状态评估、情绪支持和风险筛查等方面。基于自然语言处理和情绪识别技术，AI可通过分析患者的语言表达、语音特征及行为数据，对焦虑、抑郁及疾病复发恐惧等心理问题进行动态评估，为早期识别高风险人群提供依据^[21]。AI聊天机器人和数字健康平台可为患者提供疾病咨询、情绪支持及心理健康教育，弥补传统心理服务可及性不足的问题^[22]。AI基于持续监测形成的心理风险分层管理模式，可实现高风险患者的预警和转诊，促进心理支持服务与专业医疗资源的有效衔接^[23]。甲状腺癌患者虽总体预后较好，但在长期生存过程中仍可能持续存在复发恐惧、身体形象改变及社会角色适应困难等问题，心理状态呈现长期性与波动性并存的特点。AI有助于提升心理康复服务的可及性和连续性，为甲状腺癌患者全病程心理管理提供新的支持方式。基于持续数据采集与

动态分析能力，AI能够更好适应心理状态的动态变化特征，从而在一定程度上弥补传统心理评估依赖阶段性筛查、干预滞后的局限性。

3. 人工智能应用于甲状腺癌术后康复面临的争议与挑战

3.1 术后康复的临床应用挑战

数据隐私与安全是AI应用的重要前提^[24]。甲状腺癌术后康复需要长期收集患者的功能状态、随访信息及生活行为数据，如何在充分利用数据提升康复效果的同时保障患者隐私，是智慧康复体系建设必须解决的问题。AI在甲状腺癌术后康复中的应用仍面临数据质量、技术转化及循证证据不足等挑战。康复数据来源于电子病历、影像资料、可穿戴设备及患者报告结局等多个渠道，存在标准不统一、数据共享不足等问题，在颈肩功能、发声功能及生活质量等康复指标上缺乏规范化采集体系，限制了高质量数据库和模型构建。目前相关研究多为单中心、小样本研究，缺乏大样本、多中心随机对照试验及长期随访证据^[25]。现有研究提示，AI有助于提高随访依从性和健康管理效率，但对颈肩功能恢复、发声功能改善及生活质量提升等关键康复结局的影响尚缺乏充分证据支持^[26]。未来应加强标准化数据建设、多中心协作研究及真实世界证据积累，推动AI从辅助管理向精准康复决策支持发展。

3.2 医患接受度及推广应用障碍

AI在甲状腺癌术后康复中的推广应用不仅受技术因素影响，也受到医务人员、患者及卫生政策等多方面因素制约。部分医务人员对AI系统的可靠性、可解释性及临床应用价值仍持谨慎态度，AI与现有临床工作流程的融合程度有限，也在一定程度上影响了其推广应用^[27]。患者接受度同样影响技术推广效果，甲状腺癌术后康复周期长，患者需要持续参与随访和健康管理，部分患者，尤其是老年患者在智能设备使用和数字健康服务参与方面存在困难，可能影响AI辅助康复的依从性和应用效果^[20]。因此，提高系统易用性并加强患者教育，是推动技术落地的重要环节。此外，AI在康复领域的监管规范、质量评价标准及支付体系尚不完善，相关服务的准入、定价和报销机制仍有待进一步明确。未来需加强政策支持和制度建设，推动AI与甲状腺癌术后康复深度融合，促进其规范化应用。

4. 人工智能时代下甲状腺癌术后康复的发展趋势

4.1 精准化与个体化康复

随着电子病历、医学影像、可穿戴设备及患者报告结局等数据的积累，AI有望实现对复发风险、治疗相关并发症及功能恢复情况的综合评估，为康复决策提供支持^[28]。甲状腺癌患者在手术范围、神经损伤程度、内分泌状态及康复需求等方面

存在明显差异，传统康复方案难以满足个体化管理需求。AI 可结合患者特征和康复过程中的实时数据，辅助制定更加精准的干预策略，并针对颈肩功能恢复、发声与吞咽训练、甲状腺激素管理等关键环节提供个体化指导^[16]。未来，随着智能监测和风险预警技术的发展，甲状腺癌术后康复将由阶段性管理逐步向全周期、连续性管理转变，实现功能康复、疾病监测与健康管理的有机融合。

4.2 智慧医院与居家康复融合

甲状腺癌患者术后随访周期长、康复需求具有持续性，传统管理模式难以满足长期、连续的健康管理需求，依托 AI 技术，可实现院内治疗与院外康复的有效衔接^[29]。住院期间，AI 可辅助开展风险评估、功能监测和康复方案制定，提高康复管理的精准性。出院后，患者通过数字健康平台完成症状报告、康复训练、健康监测及在线咨询，实现持续随访与远程康复管理^[30]。在长期康复过程中，AI 还可辅助完成用药提醒、症状监测、康复训练指导及随访安排等任务，提高患者依从性和自我管理水平^[31]。医务人员可根据患者上传的数据及时调整干预措施，提高随访依从性和康复效果^[32]。未来，随着医院、家庭和社区之间信息互联互通的不断完善，甲状腺癌术后康复将逐步形成覆盖院内外、贯穿全病程的智慧管理模式，为患者提供更加连续、高效和个体化的康复服务。

4.3 多学科协同的智慧康复体系构建

甲状腺癌术后康复涉及疾病监测、激素治疗、功能恢复、营养管理及心理支持等多个方面，多学科协同管理已成为重要发展方向。AI 可整合患者随访信息、甲状腺功能指标、康复评估结果等，为各学科提供统一的数据支持，促进康复目标的协同制定和动态调整^[33]。多学科康复服务可依托互联网医疗和数字健康平台进一步延伸至院外，患者在家庭环境中的康复训练、症状变化及随访数据能够实时上传，多学科团队据此持续开展评估与指导，形成覆盖住院、出院及长期随访阶段的连续康复管理模式^[34]。未来，AI 有望推动甲状腺癌术后康复从分散管理向全病程、多学科协同管理转变，实现疾病监测、功能康复和健康管理的深度融合，进一步提升患者长期生存质量。

5. 结论

甲状腺癌术后康复涉及功能恢复、心理适应及长期健康管理等多个方面，患者生存期延长，传统康复模式在持续随访、个体化干预和院外管理等方面存在不足。AI 在甲状腺癌术后康复评估、康复干预、远程康复管理、心理支持等方面展现出

良好的应用潜力。目前，AI在甲状腺癌术后康复中的应用仍处于发展阶段，在临床应用与推广等方面存在挑战。未来应推动AI与康复管理深度融合，构建覆盖全病程的智慧康复体系，促进患者功能恢复和生活质量提升。

参考文献

- [1] HAN B, ZHENG R, ZENG H, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2022[J]. *J Natl Cancer Cent*, 2024, 4(1): 47-53.
- [2] 李玉姝, 单忠艳, 滕卫平. 《甲状腺结节和分化型甲状腺癌诊治指南（第二版）》解读[J]. *中国实用内科杂志*, 2023, 43(11): 884-889.
- [3] 姬惊, 沈旭慧. 甲状腺癌术后病人出院计划需求现状及影响因素[J]. *护理研究*, 2023, 37(20): 3776-3780.
- [4] AKBULUT S, COLAK C. Next-generation healthcare: Artificial intelligence applications in disease management[J]. *Diagnostics*, 2024, 14(11): 1087.
- [5] CECE A, AGRESTI M, DE FALCO N, et al. Role of artificial intelligence in thyroid cancer diagnosis[J]. *J Clin Med*, 2025, 14(7):2422.
- [6] LIPPI L, TURCO A, MOALLI S, et al. Role of prehabilitation and rehabilitation on functional recovery and quality of life in thyroid cancer patients: A comprehensive review[J]. *Cancers (Basel)*, 2023, 15(18): 4502.
- [7] CHOYNZONOV E L, BALATSKAYA L N, CHIZHEVSKAYA S Y, et al. Voice rehabilitation of patients with unilateral laryngeal paresis after thyroid cancer surgery[J]. *Probl Endokrinol (Mosk)*, 2019, 64(6): 356-362.
- [8] ARIZA A, SANABRIA A. Impact of scar on quality of life in well-differentiated thyroid carcinoma: A systematic review[J]. *OTO Open*, 2025, 9(3): e70155.
- [9] BOGDANOVSKI A K, STURGEON C, JAMES B C. Financial toxicity in thyroid cancer survivors[J]. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*, 2023, 30(5): 238-243.
- [10] PARK K A, KIM S, OH E G, et al. Factors affecting the health-promoting behavior of thyroid cancer survivors: Comparison by stage of cancer survivorship[J]. *Support Care Cancer*, 2022, 30(4): 3429-3439.
- [11] 张淼, 许丹晴, 周力, 等. 影响分化型甲状腺癌术后促甲状腺激素抑制治疗疗效因素的研究进展[J]. *中国普通外科杂志*, 2024, 33(6): 1012-1017.

- [12] KAOUACHE N, LAKEHAL A, NOURI N. Quality of life in thyroid cancer survivors: [The influence of obesity](#)[J]. *AAACE Endocrinol Diabetes*, 2025, 13(2): 139-144.
- [13] AMRANI M Z, BORST C W, ACHOUR N. Real-time supervision and guidance for rehabilitation exercises via computer vision[J]. *IEEE Trans Hum Mach Syst*, 2025, 55(4): 490-498.
- [14] VAN KOEVORDEN J W, VAN SLUIS K E, VAN DER MOLEN L. Artificial intelligence in head and neck cancer rehabilitation services: Current state and future perspectives[J]. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 2026, 34(3): 191-198.
- [15] APPIAH B N, BEAULIEU C L, BOGNER J, et al. Traumatic brain injury rehabilitation outcome prediction using machine learning methods[J]. *Arch Rehabil Res Clin Transl*, 2023, 5(4): 100295.
- [16] HOU K, KHAN M M R, RAHMAN M H. An accessible AI-assisted rehabilitation system for guided upper limb therapy[J]. *Sensors (Basel)*, 2025, 25(19): 6239.
- [17] EKAMBARAM D, PONNUSAMY V. AI-assisted physical therapy for post-injury rehabilitation: [Current](#) state of the art[J]. *IEIE Trans Smart Process Comput*, 2023, 12(3): 234-242.
- [18] BARRIO M, RAEBURN C D, MCINTYRE R, et al. Computer-assisted levothyroxine dose selection for the treatment of postoperative hypothyroidism[J]. *Thyroid*, 2023, 33(5): 547-555.
- [19] KIM J, MARCUSSON-CLAVERTZ D, YOSHIUCHI K, et al. Potential benefits of integrating ecological momentary assessment data into mHealth care systems[J]. *BioPsychoSocial Med*, 2019, 13: 19.
- [20] SONG L, LI B, WU H, et al. Understanding the factors of wearable devices among patients with thyroid cancer: [A](#) modified UTAUT2 model[J]. *PLoS One*, 2024, 19(7): e0305944.
- [21] JIANG L, XU J, WU Y, et al. Effects of the "AI-TA" mobile app with intelligent design on psychological and related symptoms of young survivors of breast cancer: [Randomized](#) controlled trial[J]. *JMIR Mhealth Uhealth*, 2024, 12: e50783.

- [22] GORRIS M A, RANDLE R W, OBERMILLER C S, et al. Assessing Chatgpt's capability in addressing thyroid cancer patient queries: A comprehensive mixed-methods evaluation[J]. J Endocr Soc, 2025, 9(2): bvaf003.
- [23] LAURITSEN S M, KRISTENSEN M, OLSEN M V, et al. Explainable artificial intelligence model to predict acute critical illness from electronic health records[J]. Nat Commun, 2020, 11(1): 3852.
- [24] KIM T H, BHAT C R, YIMER T E. Secure federated transfer learning with enhanced secure multiparty computation for privacy-preserving smart EHR systems[J]. Sci Rep, 2025, 15(1): 44189.
- [25] 沈利凤, 陈飘飘, 钱雅芬, 等. 头颈部肿瘤患者术后康复智能化管理平台的研发及实用性研究[J]. 中华护理杂志, 2025, 60(1): 61-68.
- [26] 王晖, 王求永, 何继业, 等. 远程智能康复系统在肩袖损伤患者关节镜微创术后康复中的应用效果[J]. 中华创伤杂志, 2023, 39(10): 876-884.
- [27] XU H, WANG Y, XUN Y, et al. Artificial intelligence for clinical reasoning: The reliability challenge and path to evidence-based practice[J]. QJM, 2025, 118(11): 802-804.
- [28] WANG H, ZHANG C, LI Q, et al. Development and validation of prediction models for papillary thyroid cancer structural recurrence using machine learning approaches[J]. BMC Cancer, 2024, 24(1): 1-12.
- [29] ZHU M, WANG X, MEI L. Implementation of digital health interventions in thyroid cancer care: A scoping review[J]. Int J Med Inform, 2026, 207: 106221.
- [30] THIRUNAVUKARASU A J, TING D S J, ELANGO VAN K, et al. Large language models in medicine[J]. Nat Med, 2023, 29(8): 1930-1940.
- [31] KWAN H, SHELL J, FAHY C, et al. Integrating large language models into medication management in remote healthcare: Current applications, challenges, and future prospects[J]. Systems, 2025, 13(4): 281.
- [32] ELKEFI S, SCHEINMANN R, HAO D, et al. The use of large language models and other generative AI tools to support decision-making in cancer care: A mapping review[J]. BMC Artif Intell, 2026, 2(1): 1-13.

[33] POZDEYEV N, WHITE S L, BELL C C, et al. Artificial intelligence applications in thyroid cancer care[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2026, 111(2): 316-324.

[34] TOMEH A, YUSOF K A, ABU Z Z, et al. On the rising potential of interdisciplinary rehabilitation in neurological disorders: A mini-review[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2025, 104(12): e41947.