

医工结合研究专题

分化型甲状腺癌人工智能语音随访系统的构建及应用

郭丝锦, 延常姣, 王洋, 曹小花, 王廷

(中国人民解放军空军军医大学第一附属医院 甲乳血管外科, 陕西 西安, 710032)

摘要: 目的 构建分化型甲状腺癌人工智能语音随访系统, 评价该系统信息采集的完整性和准确性。方法 根据分化型甲状腺癌患者术后用药及复查情况, 构建分化型甲状腺癌人工智能语音随访系统。对2024年2月25—29日本院甲乳血管外科甲状腺癌数据库管理系统中未进行随访的2471例分化型甲状腺癌患者进行电话随访, 并随机抽取10%, 对220例患者的通话记录进行完整性和准确性分析。**结果** 本研究成功构建分化型甲状腺癌人工智能语音随访系统, 总体电话接通率为88.9%。对于呼叫成功的患者, 人工智能语音随访系统的随访平均用时(1.7 ± 0.5) min, 总体信息采集完整率为83.8%, 术后3个月随访信息采集完整率为92.9%, 术后长期随访信息采集完整率为82.7%, 差异有统计学意义($\chi^2 = 15.200, P < 0.001$)。该随访系统信息采集准确率为94.1%。说方言随访者和说普通话随访者的信息采集准确率分别为92.2%和95.4%, 差异无统计学意义($\chi^2 = 0.957, P = 0.389$)。**结论** 分化型甲状腺癌人工智能语音随访系统具有较高的信息采集效率、完整性和准确性, 可降低随访人力成本, 在大规模分化型甲状腺癌人群随访中具有良好的应用前景。

关键词: 分化型甲状腺癌; 人工智能; 随访系统; 电话随访; 信息采集

中图分类号: R 736.1; R 472; R 319 文献标志码: A 文章编号: 1672-2353(2024)16-001-04 DOI: 10.7619/jcmp.20241127

Establishment and application of artificial intelligence voice follow-up system for differentiated thyroid cancer

GUO Sijin, YAN Changjiao, WANG Yang, CAO Xiaohua, WANG Ting

(Department of Thyroid and Breast Vascular Surgery, the First Affiliated Hospital of Air Force Medical University of the Chinese People's Liberation Army, Xi'an, Shaanxi, 710032)

Abstract: Objective To establish an artificial intelligence voice follow-up system for differentiated thyroid cancer and evaluate the completeness and accuracy of information collection by this system. **Methods** Based on the postoperative medication and follow-up status of patients with differentiated thyroid cancer, an artificial intelligence voice follow-up system for differentiated thyroid cancer was established. From February 25 to 29, 2024, a total of 2,471 differentiated thyroid cancer patients without follow-up in the thyroid cancer database management system of the Department of Thyroid and Breast Vascular Surgery of the Hospital were followed up by telephone, and 220 patients (approximately 10% of the total) were randomly selected for completeness and accuracy analyses of their call records. **Results** This study successfully established an artificial intelligence voice follow-up system for differentiated thyroid cancer, and the overall call connection rate was 88.9%. For patients with successful calls, the average follow-up time of the artificial intelligence voice follow-up system was (1.7 ± 0.5) minutes, the overall information collection completeness rate was 83.8%, with a completeness rate of 92.9% for follow-up at 3 months after surgery and 82.7% for long-term follow-up, and the differences were statistically significant ($\chi^2 = 15.200, P < 0.001$). The accuracy rate of information collection by this follow-up system was 94.1%. The accuracy rates of information collection for patients who spoke dialect and Mandarin during follow-up were 92.2% and 95.4% respectively, and the difference was not statistically significant ($\chi^2 = 0.957, P = 0.389$). **Conclusion** The artificial intelligence voice follow-up system for differentiated thyroid cancer has high efficiency, completeness, and accuracy in information collection, which can reduce human costs for follow-up and has good

收稿日期: 2024-03-18 修回日期: 2024-05-24

基金项目: 陕西省重点研发项目(2021JZ-29)

通信作者: 王廷, E-mail: ting_w100@126.com

application prospects in large-scale follow-up of populations with differentiated thyroid cancer.

Key words: differentiated thyroid cancer; artificial intelligence; follow-up system; telephone follow-up; information collection

根据国家癌症中心最新发布的数据,2022 年全国新发甲状腺癌 46.61 万例,居恶性肿瘤发病率的第 3 位^[1]。分化型甲状腺癌是最常见的甲状腺癌分型,约占甲状腺癌的 94%,包括乳头状甲状腺癌和滤泡状甲状腺癌^[2]。分化型甲状腺癌预后良好,但 6%~20% 的患者会出现复发或转移,因此需术后定期复查^[3]。甲状腺癌患者存在术后神经损伤、饮水呛咳、手足麻木等短期并发症发生风险以及缺钙等长期并发症等问题^[4],同时还需终身补充甲状腺素,因此开展及时、长期的跟踪随访至关重要。然而,医护人员人手有限、工作负担重,在人力和时间方面难以满足及时和长期随访的需求。人工智能技术的发展大大提高了医疗工作的效率和护理服务体验,其中的人工智能语音随访系统可代替医护人员进行电话随访,为高效率的信息采集提供了有力的途径^[5]。本研究构建了针对分化型甲状腺癌患者的人工智能语音随访系统,并对人工智能随访系统的电话接通情况、信息采集完整性和准确度进行评价,为人工智能语音随访系统在分化型甲状腺癌随访的可能性提供依据,为其他医院分化型甲状腺癌人工智能随访系统的构建提供借鉴。

1 资料与方法

1.1 分化型甲状腺癌患者人工智能语音随访系统的构建

根据分化型甲状腺癌患者术后用药及复查情况,经甲乳血管外科人工智能随访话术研讨小组(由 1 名科室主任医师,2 名主治医师,1 名副主任护师,5 名护师组成)讨论,制订甲状腺乳头状癌随访话术模板,设置随访时间为短期随访(术后 3 个月)和长期随访(术后每年)。

1.1.1 术后短期人工智能语音随访话术模板构建:分化型甲状腺癌患者术后可能出现声音嘶哑、手足麻木、饮水呛咳、乳糜漏等并发症,对于随访系统中出现并发症的患者,个案管理师会及时进行一对一电话跟踪,对于患者出现的问题予以解答,并告知处理意见。根据分化型甲状腺癌患者淋巴结转移情况,会推荐需要的患者行碘-131 治疗,随访记录患者实际的碘-131 治疗情况,有

助于后期分析碘-131 治疗对分化型甲状腺癌患者长期预后的影响。见图 1。

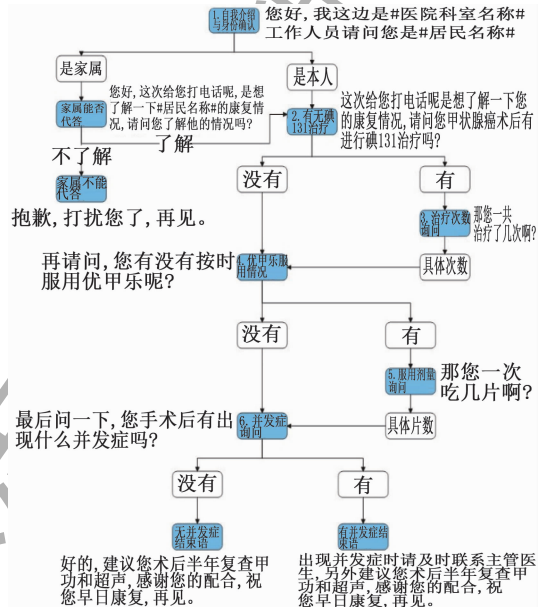


图 1 分化型甲状腺癌患者术后 3 个月人工智能语音随访话术模板

1.1.2 术后长期人工智能语音随访话术模板构建:分化型甲状腺癌的预后良好,因此设置了每年 1 次的长期随访。长期随访过程中,收集了患者的生存、复发和转移情况。因实施甲状腺全切/次全切术时,可能会造成甲状旁腺损伤,因此需要患者复查骨密度和血钙,并采取针对性的补钙策略。统计患者的骨密度和缺钙情况,有助于为患者制订更加精准的长期治疗方案。见图 2。

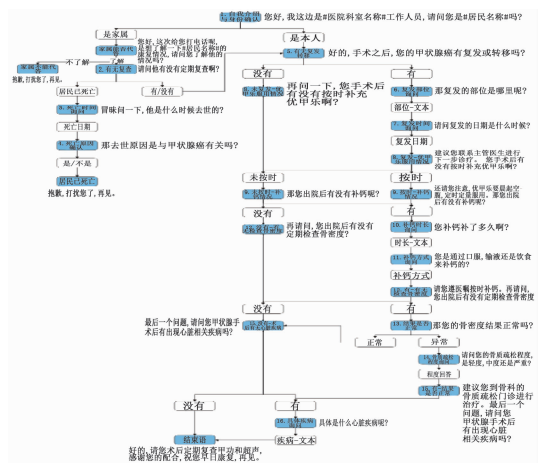


图 2 分化型甲状腺癌患者人工智能语音长期随访话术模板

1.2 随访对象

采用人工智能语音随访系统对 2024 年 2 月 25 日—29 日空军军医大学第一附属医院(西京医院)甲乳血管外科甲状腺癌数据库管理系统中未进行随访的分化型甲状腺癌患者进行电话随访,共计对 2 471 例患者进行电话随访,其中有效接通对象共 2 197 例,随机抽取 10%,共对 220 例患者的通话记录进行准确性分析。

1.3 随访流程

使用中国人民解放军空军军医大学第一附属医院(西京医院)自主研发的智慧医院——智能语音随访平台进行随访。随访流程技术路线图见图 3。

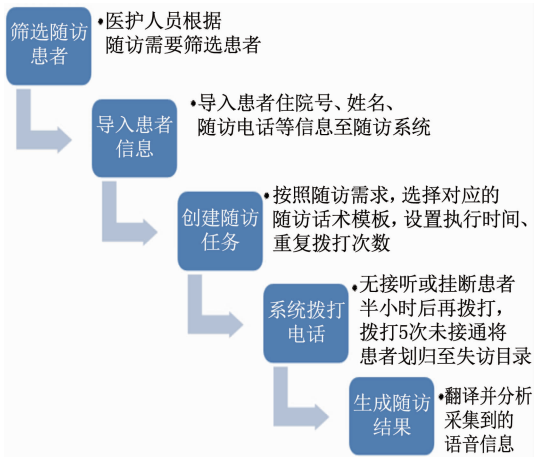


图 3 随访流程技术路线图

通过甲乳血管外科自主研发的甲状腺癌数据库管理系统(V4.0)筛选需要随访的患者,并将患者的基本信息(住院号、患者姓名、随访电话)导入随访系统,创建随访任务,选择对应的随访话术模板;由系统按计划自动拨打随访患者电话,并按照标准话术模板,模拟真人语音与患者进行交流;智能随访系统固定在上午和下午进行,避开患者午休和晚上休息时间,该随访系统支持多轮语音会话,可识别多种方言;对第 1 次随访失败或中断的患者设置间隔 0.5 h 后再次拨打电话,拨打 5 次仍未接通定义为随访失败,系统将随访失败的患者划归至失访目录;随访任务结束后,系统通过语音识别技术、音频转码技术等信息技术翻译并分析采集到的信息,自动生成对应的随访结果;系统留存所有通话的录音,便于分析人工智能语音随访系统识别信息的准确性,所有翻译文本、通话录音和随访结果均进行结构化存储;系统可自动汇总随访过程中发现的指标异常患

者,个案管理师查阅后与患者联系,一对一告知处理措施并宣教注意事项。

1.4 观察指标

① 人工智能随访系统拨打电话人数、接通电话人数;② 接通电话后的随访时间;③ 导出随访结果的完整性;④ 随机抽取 10% 信息采集完整的接通过电话,由 2 名个案管理师对人工智能系统的随访过程进行重听并核实随访结果。以 2 名个案管理师对录音的记录为标准结果,与人工智能随访系统导出的结果进行比较,分析人工智能随访系统的准确性。

1.5 统计学方法

应用 SPSS 26.0 统计软件进行数据处理和分析。计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验;计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,采用独立样本 t 检验进行单因素分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 随访接通情况

人工智能语音随访系统共对 2 471 例患者拨打电话,根据患者行手术的日期,对 231 例患者进行术后 3 个月随访,对 2 240 例患者进行术后长期随访。2 471 例患者中,2 197 例呼叫成功,电话接通率为 88.9%;其中,术后 3 个月随访的电话接通率为 97.0% (224/231),术后长期随访的电话接通率为 88.1% (1 973/2 240),差异有统计学意义 ($\chi^2 = 16.784, P < 0.001$)。男性患者电话接通率为 90.2% (570/632),女性患者电话接通率为 88.5% (1 627/1 839),不同性别患者电话接通率的差异无统计学意义 ($\chi^2 = 1.408, P = 0.235$)。< 35 岁患者电话接通率为 90.8% (535/589),35 ~ < 50 岁患者电话接通率为 89.0% (999/1 122), ≥ 50 岁患者电话接通率为 87.2% (663/760),年龄越小的患者的电话接通率有越高的趋势,但差异无统计学意义 ($\chi^2 = 4.383, P = 0.112$)。对于呼叫成功的患者,人工智能语音随访系统的随访平均用时为 (1.7 ± 0.5) min,术后 3 个月随访平均用时 (1.1 ± 0.5) min,术后长期随访平均用时 (1.8 ± 0.5) min,差异有统计学意义 ($t = -22.740, P < 0.001$)。

2.2 信息采集完整性

通过检查人工智能语音随访系统随访后导出的随访数据,评价信息采集完整性。呼叫成功的患者,总体信息采集完整率为 83.8%,其中术后 3 个

月随访信息采集完整率为 92.9% (208/224), 术后长期随访信息采集完整率为 82.7% (1 632/1 973), 差异有统计学意义($\chi^2 = 15.200, P < 0.001$)。3 个月随访结果中, 第 5 个问题(优甲乐服用剂量)的采集完整率最低, 为 93.2%。长期随访结果中, 第 10 个问题(补钙时长)、第 11 个问题(补钙方式)、第 14 个问题(骨质疏松程度)的采集完整率低, 分别为 85.9%、84.5%、83.4%。

2.3 信息采集准确度

随机抽取 10% (220 例) 信息采集完整的电话录音, 个案管理师对比录音与人工智能语音随访系统导出的记录发现, 信息采集准确率为 94.1% (207/220)。男性患者和女性患者的信息采集准确率分别为 93.0% (53/57) 和 94.5% (154/163), 差异无统计学意义($\chi^2 = 0.170, P = 0.680$)。<35 岁患者信息采集准确率为 96.4% (53/55), 35 ~ <50 岁患者信息采集准确率为 94.9% (94/99), ≥ 50 岁患者信息采集准确率为 90.9% (60/66), 年龄越小患者的信息采集准确率有越高的趋势, 但差异无统计学意义($\chi^2 = 1.685, P = 0.472$)。说方言随访者和说普通话随访者的信息采集准确率分别为 92.2% (83/90) 和 95.4% (124/130), 差异无统计学意义($\chi^2 = 0.957, P = 0.389$)。

3 讨论

近年来, 人工智能技术发展突飞猛进, 在医疗领域的应用愈加广泛, 例如人工智能病理诊断系统、可穿戴连续血糖监测传感器等^[6-7]。目前国内部分医院已经开始探索人工智能语音随访系统在患者随访中的应用, 以替代医护人员开展大量重复性的信息采集工作, 其统一的话术模板也可保证服务的同质性。赵雯雯等^[8]构建了多发性骨髓瘤患者人工智能随访系统, 该系统具有较好的实用性和便捷性, 可提高患者的症状自我管理水平, 患者和医护人员对其应用的满意度较高。朱烨等^[9]探讨了人工智能语音随访系统在 2 型糖尿病患者中的应用效果, 结果表明人工智能语音系统可节约人力成本, 提高 2 型糖尿病患者的门诊随访率。人工智能语音随访系统的构建, 需要基于疾病的特点制订话术模板, 目前国内外应用于甲状腺癌患者的人工智能随访系统报道较少。本研究构建了分化型甲状腺癌的人工智能语音随访系统, 并通过为 2 471 例患者进行随访, 评价了该系统的信息采集完整性和准确性, 为其他医院分

化型甲状腺癌人工智能随访系统的构建提供借鉴。

人工智能语音随访系统可显著提高随访效率, 降低随访人力成本, 缓解紧张的医疗资源, 使医护人员有更多时间来解决专业技术及领域的问题^[10]。本研究构建的人工智能随访系统在 5 d 内共对 2 471 例患者进行随访, 2 197 例呼叫成功, 电话接通率为 88.9%, 与吴玲娣等^[11]关于人工机器人在胆胰外科日间手术患者随访的电话接通率相近。本研究中, 年龄较大的患者有接通率低的趋势, 可在患者住院宣教时, 告知患者及家属出院后会有人工智能语音进行随访, 并通过核实电话、随访患者家属等方式提高电话接通率。

本研究中, 人工智能语音随访系统的信息采集完整率为 92.9%, 准确率为 94.1%, 信息采集完整率和准确率均较高, 可为出院甲状腺癌患者提供可靠的随访保障。目前有很多研究探讨了人工智能随访系统对提高患者用药依从性、医患满意度的积极作用^[12], 但鲜有研究分析人工智能随访系统信息采集的完整性和准确性。尹毅丹等^[13]分析了智能语音随访系统在缺血性卒中二级预防中的应用, 发现患者对于智能组和人工组相关问题的回答情况差异无统计学意义($P > 0.05$), 认为智能语音随访系统在一定程度上可替代人工电话随访。王思源等^[14]探讨了人工智能电话随访在高血压随访管理中的应用, 信息采集完整率为 53.5%, 信息采集准确率为 90.2%。本研究患者的信息采集完整率较高, 可能与本研究纳入的肿瘤患者的随访依从性更高有关。信息采集完整率较低的问题包括优甲乐服用剂量、补钙时长、补钙方式、骨质疏松程度等开放性问题, 可后期对随访话术模板进行改进, 将开放性问题改为选择选项问题, 以此提高信息采集的完整性。值得注意的是, 得益于人工智能系统的发展, 本研究所开发的人工智能语音随访系统对于方言随访者和说普通话随访者的信息采集准确率差异无统计学意义($P > 0.05$), 表明此系统可识别多种语音库, 日后可继续丰富和更新语音库, 进一步提升人工智能随访系统的信息采集准确性。除此之外, 该系统的随访属于模块化结构的任务型对话, 对于患者提出的问题和要求的反应仅限于系统内存储的应答, 在提高患者配合度等方面仍有待优化。此外, 目前开发的人工智能语音随访系统无法回答患者提出的问题, 在后期的系统版本升级

(下转第 9 面)

不断增大并逐渐恶变。对于合并危险因素
的 BTN 患者,医生需密切监测病情并及时
治疗,以降低并发症和预后不良风险。

综上所述,相较于甲状腺腺叶切除术,
超声引导下微波消融治疗 BTN 具有术中
出血量少、术后疼痛轻、手术时间及住院
时间短、甲状腺功能损伤小等优势。术前
TSH 水平、术前 FT4 水平、结节类型、
结节位置均与 BTN 患者的预后密切相
关,临床实践中应予以重视。

参考文献

[1] JIN H, LIN W D, LU L G, *et al.* Conventional thyroidectomy vs thyroid thermal ablation on postoperative quality of life and satisfaction for patients with benign thyroid nodules[J]. *Eur J Endocrinol*, 2021, 184(1): 131-141.

[2] 刘家斌, 杨云梅, 侯宁. 夏枯草颗粒对桥本甲状腺炎合并甲状腺结节手术患者围术期炎症与抗炎状态的影响研究[J]. *海军医学杂志*, 2021, 42(5): 614-616.

[3] 邓佳琳, 王小平. 超声引导下微波消融治疗甲状腺良性结节的临床效果及安全性评估[J]. *现代肿瘤医学*, 2022, 30(21): 3882-3886.

[4] 周平盛, 刘晟, 王能, 等. 超声引导下微波消融治疗肝细胞癌术后肿瘤复发及其危险因素分析[J]. *介入放射学杂志*, 2022, 31(12): 1174-1178.

[5] 倪文婧, 褚晓秋, 陆晨雅, 等. 超声引导下微波消融治疗 12 例原发性甲状旁腺功能亢进症的疗效及安全性[J]. *中华内科杂志*, 2021, 60(10): 904-907.

[6] 霍胜男, 魏莹, 彭丽丽, 等. 超声引导下微波消融治疗异位继发性甲状旁腺功能亢进症[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2021, 18(10): 592-595.

[7] 沙晓溪, 饶程义, 袁艺, 等. 微血管珊瑚成像技术在甲状腺结节微波消融随访中的应用[J]. *中国超声医学杂志*,

2021, 37(1): 11-14.

[8] 邱云, 杨政, 薛红红. TACE 联合超声引导下微波消融治疗特殊部位原发性肝癌患者疗效研究[J]. *实用肝脏病杂志*, 2022, 25(3): 419-422.

[9] PAPARODIS R D, KARVOUNIS E, BANTOUNA D, *et al.* Large, slowly growing, benign thyroid nodules frequently co-exist with synchronous thyroid cancers[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2022, 107(8): e3474-e3478.

[10] 李保启, 王佳佳, 王金萍, 等. 超声引导下微波消融治疗甲状腺良性结节 34 例近期评估[J]. *安徽医药*, 2022, 26(1): 66-69.

[11] 唐婉晴, 唐秀云, 张晓娟, 等. 超声引导下微波消融治疗甲状腺乳头状癌颈部转移性淋巴结的临床价值[J]. *临床超声医学杂志*, 2022, 24(10): 780-783.

[12] RADMILOVIC-RADJENOVIC M, RADJENOVIC D, RADJENOVIC B. Finite element analysis of the effect of microwave ablation on the liver, lung, kidney, and bone malignant tissues[J]. *Europhys Lett*, 2021, 136(2): 28001.

[13] PRASAD R, AL-ABCHA A, ELSHAFIE A, *et al.* Meta-analysis of lung ultrasound-guided therapy in chronic heart failure[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 77(18): 722.

[14] KIM Y J, BAHETI A, HUBER T C. Radiofrequency ablation of solid benign thyroid nodules[J]. *Tech Vasc Interv Radiol*, 2022, 25(2): 100819.

[15] 王瑜. 小切口腺叶切除术治疗甲状腺癌的手术效果[J]. *中国现代普通外科进展*, 2021, 24(10): 808-810.

[16] 武晓娜. 甲状腺腺叶切除术治疗甲状腺结节的临床疗效及其甲状腺相关激素变化研究[J]. *山西医药杂志*, 2021, 50(4): 581-583.

[17] 黄玉慧, 宋宇, 付尧, 等. 甲状腺囊实性结节微波消融方案及术中囊内出血的影响因素[J]. *中国医学影像学杂志*, 2022, 30(9): 927-932, 940.

[18] 徐元兵, 潘代, 陶溢潮, 等. 血清 TSH 与超声造影联合评分法对 TI-RADS4 类甲状腺微小结节良恶性的诊断价值[J]. *现代肿瘤医学*, 2021, 29(14): 2428-2432.

(本文编辑: 陆文娟 钱锋; 校对: 周娟)

(上接第 4 面)

中,可增加与患者线上互动的模块,为患者提供随访后长期跟踪指导,以帮助患者做好长期的院外自我健康管理。

本研究构建的分化型甲状腺癌人工智能语音随访系统可为分化型甲状腺癌患者提供专业、便捷、高质量的延续性医疗服务,极大提高了随访效率,降低随访人力成本,有良好的应用前景。未来的系统可利用最新随访数据不断改进更新,进一步提高随访准确率,为分化型甲状腺患者提供更可靠的随访保障。

参考文献

[1] 郑荣寿, 陈茹, 韩冰峰, 等. 2022 年中国恶性肿瘤流行情况分析[J]. *中华肿瘤杂志*, 2024, 46(3): 221-231.

[2] SCHLUMBERGER M, LEBoulLEUX S. Current practice in patients with differentiated thyroid cancer[J]. *Nat Rev Endocrinol*, 2021, 17(3): 176-188.

[3] SHOBAB L, BURMAN K D, WARTOFSKY L. Sex differences in differentiated thyroid cancer[J]. *Thyroid*, 2022, 32(3): 224-235.

[4] 袁小兵, 陈慰慰, 刘小莉, 等. 不同手术入路甲状腺根治术治疗分化型甲状腺癌患者的安全性及预后观察[J]. *中国医药导报*, 2022, 19(17): 131-134, 162.

[5] 师庆科, 郑涛. 大型三甲医院患者智能随访语音平台设计与应用[J]. *中国数字医学*, 2021, 16(8): 22-27.

[6] 李雨珠. 人工智能在医学临床上的应用与展望[J]. *临床研究*, 2024, 32(1): 196-198.

[7] 许明. 《人工智能与医疗》出版: 浅析人工智能在医学诊断和治疗中的应用[J]. *介入放射学杂志*, 2023, 32(5): 524.

[8] 赵雯雯, 李鹏, 卢菲, 等. 多发性骨髓瘤患者人工智能随访系统的构建及应用[J]. *中华护理杂志*, 2023, 58(15): 1826-1830.

[9] 朱烨, 朱立颖, 杜端, 等. 人工智能语音随访系统在 2 型糖尿病患者中的应用[J]. *上海护理*, 2023, 23(7): 28-31.

[10] 朱建辉, 岑珏, 罗劲松, 等. 出院患者人工智能语音回访效果[J]. *解放军医院管理杂志*, 2021, 28(3): 214-217.

[11] 吴玲娣, 王伟. 人工智能机器人在胆胰外科手术患者出院随访中的应用价值[J]. *外科研究与新技术*, 2019, 8(2): 138-140.

[12] 范丽丽, 周春燕. 人工智能随访系统支持下的延续护理在日间病房甲状腺癌患者中应用的效果分析[J]. *中文科技期刊数据库(引文版)医药卫生*, 2023(5): 13-16.

[13] 尹毅丹, 杨建萍, 苏宁, 等. 智能语音随访系统在缺血性卒中二级预防中的应用分析[J]. *实用临床医药杂志*, 2023, 27(22): 1-5.

[14] 王思源, 周峰, 高俊岭, 等. 人工智能电话随访在高血压随访管理中的应用[J]. *中国慢性病预防与控制*, 2021, 29(11): 817-820.

(本文编辑: 梁琥 钱锋; 校对: 周娟)