

肺结节全程管理智能电话随访系统设计及应用^{*}

杨先碧^{1,2} 程越¹ 刘青² 杨豪³ 周永召^{1,2}

(¹ 四川大学华西医院呼吸与危重症医学科 成都 610041 ² 四川大学华西医院全程管理中心 成都 610041

³ 四川大学华西医院信息中心 成都 610041)

〔摘要〕 目的/意义 探讨智能电话随访系统在肺结节随访中的应用方法及效果。方法/过程 基于全程管理平台,结合智能机器人随访功能,设计肺结节随访话术和流程。结果/结论 肺结节全程管理智能电话随访系统每日成功拨通量约为人工的 7.5~10.0 倍,完成随访量约为人工的 9.5~14.3 倍,极大提高随访效率,提升随访效果,实现肺结节患者的优质随访。

〔关键词〕 肺结节;全程管理;智能电话随访

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2024.03.013

Design and Application of the Intelligent Telephone Follow-up System for Integrated Care Management of Patients with Pulmonary Nodules

YANG Xianbi^{1,2}, CHENG Yue¹, LIU Qing², YANG Hao³, ZHOU Yongzhao^{1,2}

¹ Department of Pulmonary and Critical Care Medicine, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; ² Integrated Care Management Center, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; ³ Information Center, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

〔Abstract〕 **Purpose/Significance** To discuss the application method and effect of the intelligent telephone follow-up system in the follow-up of patients with pulmonary nodules. **Method/Process** Based on the integrated care management platform, combined with the follow-up function of intelligent robots, the scripts and processes for follow-up of patients with pulmonary nodules are designed. **Result/Conclusion** By utilizing the intelligent telephone follow-up system, the number of successful calls per day is about 7.5 to 10.0 times that of manual calls, and the completion of follow-up is about 9.5 to 14.3 times that of the manual, which greatly improves the efficiency and effect of follow-up, and realizes high-quality services for patients.

〔Keywords〕 pulmonary nodules; integrated care management; intelligent telephone follow-up

1 引言

〔修回日期〕 2023-09-07

〔作者简介〕 杨先碧,研究实习员,发表论文 7 篇;通信作者:周永召,博士,副研究员。

〔基金项目〕 国家重点研发计划项目(项目编号:2022YFC2406804)。

晚期肺癌的 5 年生存率极低,其原因与缺乏筛查及肺癌患者在诊断时大多数已属晚期有关^[1-4]。检出肺结节的人数较多,但假阳性率高达 84%~95%。规律随访是目前能应用于临床鉴别检出肺结

节的有效、安全、合理的方式。首先，肺结节诊断的“金标准”是病理，但有创病理活体组织检查并不能常规应用于临床鉴别检出所有结节^[5]。其次，临床医生仅单纯依据一次 CT 影像判读肺结节良恶性难度很大且存在经验性偏倚。再次，液体活检用于肺癌早期诊断的价值仍不明确，现阶段难以实现。因此各国临床指南均建议对于肺结节良恶性难以明确的患者定期行低剂量 CT（low - dose computed tomography，LDCT）复查，再根据临床信息、影像学技术和临床肺癌概率模型等对肺结节进行多方面、长时期评估。

随着互联网与信息技术的不断发展，国内外智能语音机器人技术已被广泛应用于智能手机、智能家居、智能客服、智能教育等领域^[6-9]。在临床领域常采用人工电话随访，既耗时耗力，又有随访不到位、记录不准确等问题。现代临床诊疗连续性的需要和患者就医体验不断提升，对临床随访提出更高要求。因此智能语音机器人越来越多地被运用于患者随访工作中，且被广泛证明具有积极作用^[10-13]。

目前很多随访系统未能实现医院信息集成，需手动将患者基本信息录入随访系统并维护，影响随访工作的积极性和效率。四川大学华西医院全程管理中心依托多学科，通过多医院数据互联互通及智慧化分诊系统等智慧化全链条信息支撑，已经完成患者信息集成及处理，实现患者规范化、个性化、全程化、便捷化管理。截至 2022 年 12 月已纳入肺结节及肺癌患者约 20 000 例，目前每月人工需完成随访约 2 500 ~ 3 000 例，随着纳入患者的增加，随访需求和任务将进一步增长。因此有必要探索人工智能语音技术在全程管理随访工作中的应用，以减轻医护人员随访负担，提升随访效率和诊疗依从性，从而更好地推动肺结节规范诊疗及肺癌早期精准诊断。

2 系统设计

2.1 技术架构

智能语音随访系统整体运用 MyBatis、Spring Boot、XXL - Job、自然语言处理等关键技术。在体系结构中，界面表现层、Web 应用层、业务逻辑

层、数据持久化层等均运用 J2EE 技术。使用数字证书、加密算法、非对称密钥等技术完成互联网数据传输加密，实现互联网传输安全保护。数据接口采用 Web Service 规范技术，使用多种编程语言（Java、Python、Go 等）以保证数据接口通用性较强，且系统间数据交换采用基于 RESTful API 标准 HTTP（s）的调用方式，简化开发对接流程，提升开发效率。通过自然语言处理技术，抽取结构化数据，并按照阈值的预警规则自动触发预警，筛选出目标用户。针对外呼结果进行语义合成、解析、识别，生成随访记录及表单题目填充，并在完成本次随访后自动为肺结节患者创建下一次随访任务、时间、内容和注意事项等。

2.2 流程架构

肺结节全程管理平台综合医院大数据平台提供的院内临床信息和院外行为学信息为肺结节患者建立个性化健康档案。针对不同类型的肺结节患者（如住院、门诊、低危、中危、高危等）自定义制定病种随访路径，包括电话模板选择、外呼科室、执行时间、重拨次数、时间间隔、是否短信提醒、短信模板设置等；可结合各节点进行随访路径的自动组合，如患者在就诊后一段时间需要多次随访，可一次性设置多病种多随访内容。全程管理平台根据指令及分类自动创建随访任务，智能语音机器人平台按照随访任务自动拨打电话，在通话结束后将音频推送回肺结节全程管理应用系统，支持应用系统通过随访任务主动查询音频，并根据本次电话随访内容自动为患者创建下一次随访任务，见图 1。

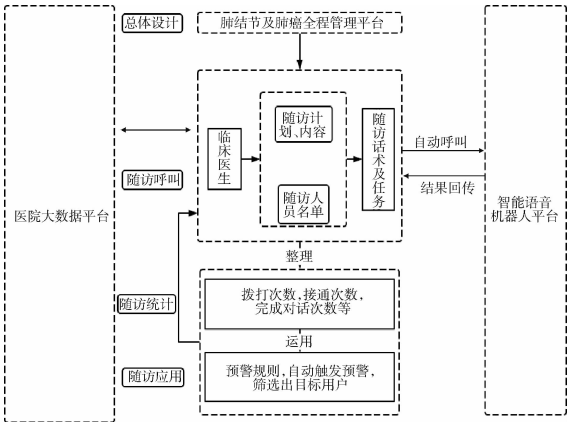


图 1 肺结节全程管理智能电话随访流程架构

3 功能设计

3.1 肺结节患者随访路径和话术库

3.1.1 随访路径 在肺结节患者随访模板库中，医务人员可以看到所有随访话术信息，包括话术简介、话术内容、话术环节等。针对纳入管理的肺结节患者，系统依据患者诊断、分类等信息基于模板库自动生成随访方案，医务人员按照个性化随访要求增加或删减随访方案，再加上随访时间和复核要求，最终形成随访路径。在肺结节全程管理智能随访系统中可通过病种名称、就诊方式等关键信息筛选查看随访路径，支持对模板随访路径进行编辑和修改，以便每名医生对自己管理的患者进行个性化、有效随访管理，见图2。

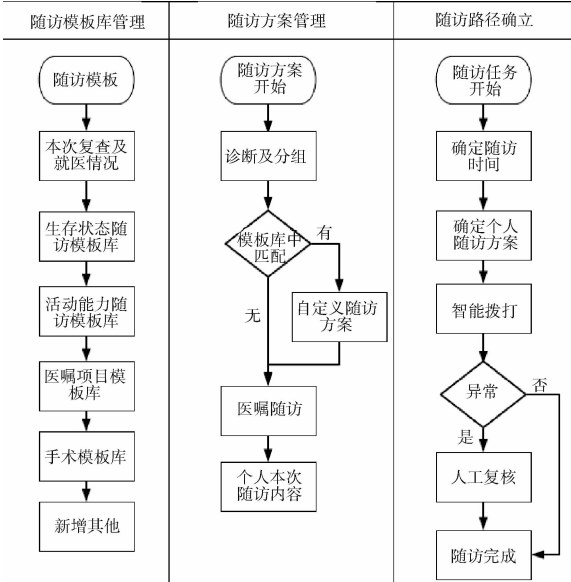


图2 肺结节全程管理智能电话随访路径管理

3.1.2 话术库 通过大量阅读肺结节随访指南和收集肺结节临床诊疗关键信息，建立具有全程管理特色的肺结节随访话术库，并按照患者分类和诊疗阶段匹配相应随访方案。目前肺结节患者话术模板包括电话随访情况、存活状态、活动能力、肺结节及肺癌复查情况、随访医嘱、随访计划、手术情况等，见图3。

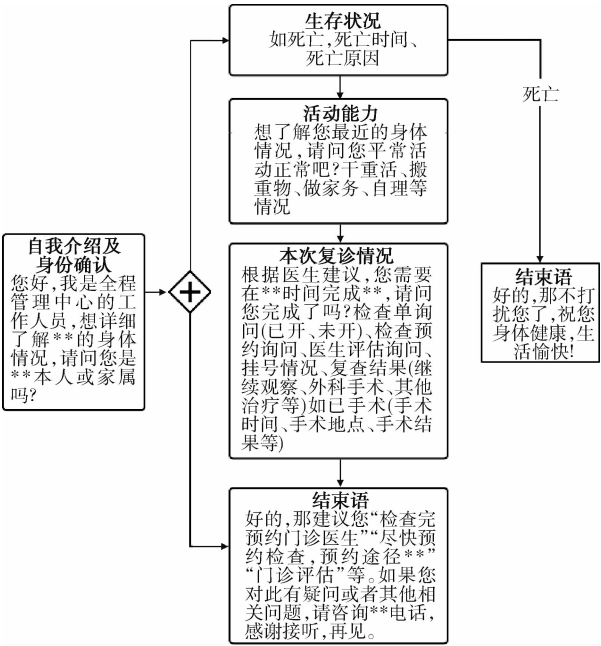


图3 肺结节全程管理智能电话随访话术

3.2 智能拨打及对话

医院信息系统(hospital information system, HIS)通过数据库同步工具或者定时服务,以日为单位,采用增量形式,按照数据库表结构将就诊/门诊信息录入HIS前置库。同时在前置机中部署拉取服务,每日凌晨将HIS前置库中的增量数据推送至肺结节全程管理随访系统应用平台。

系统支持智能外呼,根据患者随访任务,一键批量导入号码数据,机器人自动排队外呼,支持并发且可根据实际情况进行灵活启停,也可按照需求设置差异化的智能外呼时间、呼叫策略等。支持将部分特殊人员(如异常不愿配合等)加入限呼名单,防止扰民。支持结构化内容拨打,如在肺结节随访话术模板中“活动能力评分”部分根据每例患者的标签进行差异化拨打,自定义对话过程,通过语音识别、语音合成技术,自动完成与患者的交流,并保存对话录音。针对智能电话接通失败的患者,按照失败类型进行归类,再根据不同类型自动创建后续拨打任务。如在拨打电话过程中出现患者未接通电话、患者在人机交互中回答有出现病情未

控制等异常情况，系统可自动筛查、生成待办任务，由医生/护士/全程工作人员人工跟进处理。

3.3 智能统计分析

可按拨打次数、接通次数、完成对话次数等进行汇总，并依据不同类别选择针对性图表类型进行整体情况和趋势变化展现，医生/护士在系统中可根据患者姓名/电话、主要诊断、随访时间、主治医师等条件查询随访执行记录、异常任务处理记录等。任务成功率设置包含出院随访任务成功率、门诊随访任务成功率、科室人员随访成功率3个模块，其中出院和门诊可按月或季度来统计成功率，通过指标卡、趋势图、列表的方式展示。科室人员随访成功率可按时间范围统计用户和科室的成功率（就诊人数、随访计划次数、随访完成次数、成功率）。

系统在常规统计基础上支持问卷结构化统计，

支持按人群类型、人口学特征、话术模板、随访条目等多维度进行综合汇总统计，也可以按任务时间段、话术模板进行选择，查询每个话术或单个题目的智能外呼呼叫人数、接通人次、整体接通率等，所有统计结果均支持数据导出。

4 系统应用效果

2023年6月1—15日期间，智能随访系统自动拨打6个工作日，单日最高拨出电话973例，最低拨出电话701例，语音随访系统累计拨出电话5415例，接通成功3585例，接通率达66.2%（接通率=接通成功例数/总随访例数）。接通并完成随访的肺结节患者3433例，接通随访率达95.8%（接通随访率=有效随访例数/接通成功例数），见表1。

表1 肺结节患者智能电话随访接通情况（n=5415例）

类别		沟通成功（例）	拒绝回答（例）	无法接通（例）	接通率（%）	接通随访率（%）
时间段	上午	2212	95	1260	64.7	95.9
	下午	1221	57	570	69.2	95.5
年龄	30岁以下	129	3	69	65.7	97.7
	30~45岁	1053	49	517	68.1	95.6
	46~60岁	1560	78	880	65.1	95.2
	60岁以上	691	22	364	66.2	96.9
合计		3433	152	1830	66.2	95.8

整理沟通成功的3433例肺结节随访患者的语言话术交互情况，总计语音对话交互16438次，语音对话交互正确次数14709次，语音对话交互正确率为89.48%；单个语音对话交互正确率低于总平均值的节点共有10个，语音对话交互正确率低于80%的有3个，分别是“就诊时间”“有无开入院证”和“下次复诊时间”，见表2。

表2 肺结节话术语音对话交互情况（n=16438次）

节点名称	交互总数 (次)	正确数 (次)	正确率 (%)
自我介绍与居民确认	3433	3433	100
活动情况	915	902	98.58
搬重物询问	902	789	87.47

续表2

节点名称	交互总数 (次)	正确数 (次)	正确率 (%)
干家务询问	88	75	85.23
是否复诊	3533	3145	89.02
是否开检查单	1478	1253	84.78
是否预约检查	150	125	83.33
是否挂号	977	827	84.65
是否就诊	1792	1629	90.90
就诊时间	1015	789	77.73
医生意见	865	752	86.94
有无开住院证	100	63	63.00
是否切除结节	113	113	100
手术日期	75	75	100
下次复诊时间	1002	739	73.75
合计	16438	14709	89.48

5 讨论

5.1 肺结节全程管理智能电话随访系统效率更高

肺结节全程管理智能电话随访系统帮助全程管理中心提升随访工作效率。既往全程人工电话随访创建随访任务和节点、手动按键拨打电话、手动记录随访情况后再创建下一次随访时间和内容，每例患者平均花费时间约 5 ~ 10 分钟。每名专职随访人员日均电话拨通成功量约 60 ~ 80 例，日均完成随访约 40 ~ 60 例。全程管理智能电话随访系统自动日均接通电话成功 597.5 例，日均完成随访 572 例，每例患者平均约 3 分钟。智能电话每日成功拨通量约为人工的 7.5 ~ 10.0 倍，完成随访量约为人工的 9.5 ~ 14.3 倍，极大提升肺结节患者随访工作效率。

随访工作效率的提升伴随着患者满意度和依从性的提高，肺结节全程管理智能电话随访系统一方面缓解了患者人数过多而人工随访效率低导致的部分患者超期未随访问题，及时有效的随访将提高患者满意度；另一方面患者全程管理涉及纳入、预约、健康教育、随访等多个环节，智能电话随访系统释放原有的随访人力投入，工作人员花费在纳入、健康教育等环节的时间进一步增多，将有效提升非随访环节的管理质量，进而提高肺结节患者的依从性。

5.2 肺结节全程管理智能电话随访系统解析能力较好

智能电话随访系统在高效拨打电话的基础上还具备较好的解析能力，接通随访率高达 95.8%，远高于人工接通随访率 71.4%。一是可以正确识别患者号码错误、非本人电话等情况；二是针对部分患者存在口音的问题，系统经过转写错误处理后，大部分均可以纠正，具备较好的解析能力，同时对语音使用文字进行标注，帮助人工核验。针对通话过程中无法识别的方言，语音机器人会主动提示患者使用普通话进行回答。

自主设计的肺结节患者随访话术模板包括检查、就诊、诊断、术后 4 个，话术流程分支较多，

但智能电话随访结果显示语音对话交互正确率为 89.48%，表明大部分患者能适应此类情况下的话术流程，话术模板的可操作性较好。

5.3 随访时间、来电显示、话术场景设计等影响智能电话接通率

梳理智能电话接通率较低的现状和原因发现，电话拨打时间对电话接通情况影响较大，通过 2022 年 6 月第一次对 65 例肺结节患者测试拨打情况进行分析，早上和中午的接通率较低，均在 30% 左右；上午和下午拨打电话更容易被患者接听，接通率均为 60% 以上。因此在后续智能电话随访中，时间优先选择上午和下午，也可以根据患者不同年龄段设置偏好随访拨打时间。为进一步提升智能电话随访接通率，智能随访来电时显示官方机构名称和标志，可减少患者在接听时误判为广告电话而拒绝接听的情况；将线下患者纳入全程管理过程，由工作人员加强对智能随访电话的宣传和指导，使患者知晓后期会有电话随访事项，进一步提高智能电话接通率。

6 结语

通过整理随访完成情况可以得出，患者在电话随访过程中主动回答“手术切除结节”后，目前没有比较合适的场景对应，且该回答出现的节点比较分散，需要进一步确定和优化这部分患者的随访流程及话术模板。肺结节的检出率随着肺癌早筛推行、公众健康意识的提高逐年增高，肺结节人群数量庞大，就医需求剧增，对检出肺结节患者进行分级管理和随访将是未来肺结节诊疗的重点工作，肺结节全程管理智能电话随访系统的应用提高随访效率及效果。因研究时间和精力有限，目前随访针对常规肺结节随访人群，未覆盖肺结节手术、穿刺、治疗等不同场景，且机器人的语音识别来源于拟定的话术模板，未来患者共病和用药方面的随访指导待进一步增加，且覆盖人群和机器人对答反馈技术方面仍待进一步优化。

利益声明：所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

1

PIZZATA M, LI M M, VIGNAT J. The epidemiological landscape of thyroid cancer worldwide; GLOBOCAN estimates for incidence and mortality rates in 2022 [J]. Lancet diabetes endocrinol, 2022, 4 (10): 264 – 272.

2

SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020; GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. CA – A cancer journal for clinicians, 2021, 71 (3): 209 – 249.

3

CAO W, CHEN H D, YU Y W, et al. Changing profiles of cancer burden worldwide and in china; a secondary analysis of the global cancer statistics 2020 [J]. Chinese medical journal, 2021, 134 (7): 783 – 791.

4

李为民, 赵爽, 刘伦旭. 肺癌早期诊断方法及临床意义 [J]. 四川大学学报 (医学版), 2017, 3 (48): 331 – 335.

5

景凤婷, 刘文健. 影像学及生物标志物鉴别诊断肺结节研究进展 [J]. 社区医学杂志, 2023, 105 (21): 270 – 274.

6

胡钊龙, 李栅栅. 语音识别技术在智能语音机器人中的应用 [J]. 电子技术与软件工程, 2021 (12): 72 – 73.

7

KAWASE T, OKAMOTO M, FUKUTOMI T. Speech enhancement parameter adjustment to maximize accuracy of automatic speech recognition [J]. IEEE internet computing, 2020, 10 (3): 12 – 14.

8

SARA P S, ESTHER G, JUAN D L. Collaborative modeling and group decision making using chatbots in social networks [J]. IEEE software, 2018, 35 (6): 48 – 54.

9

刘俊良. 基于 ROS 的机器人智能语音交互系统研究 [D]. 重庆: 重庆邮电大学, 2021.

10

吴玲娣, 王伟. 人工智能机器人在胆胰外科日间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): 130 – 138.

11

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): 8 – 12.

12

樊翊凌, 张继东, 贾昊, 等. 人工智能语音系统在日间手术患者术后随访中的应用 [J]. 华西医学, 2019, 34 (2): 164 – 167.

13

王玥, 陈颖, 吴浩, 等. 北京方庄社区智能语音外呼平台的应用及效果评价 [J]. 中华高血压杂志, 2021, 16 (24): 2060 – 2067.

(上接第 39 页)

12

国务院新闻办公室. 国务院新闻办就《中国居民营养与慢性病状况报告 (2020 年)》有关情况举行发布会 [EB/OL]. [2023 – 05 – 10]. http://www.govcn/xinwen/2020 – 12/24/content_5572983hfm.

13

国际糖尿病联合会. IDF 全球糖尿病概览 [EB/OL]. [2023 – 05 – 10]. http://diabetesatlas.org/upload/resources/material/20191217_165723_2019_IDF_Advocacy_Guide_CH.pdf.

14

ADELOYE D, SONG P, ZHU Y, et al. Global, regional, and national prevalence of, and risk factors for, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in 2019; a systematic review and modelling analysis [J]. Lancet respiratory medicine, 2022, 10 (5): 447 – 458.

15

WHO. Global cancer observatory [EB/OL]. [2023 – 05 – 10]. <https://gco.iarc.fr>.

16

马建勋. 城市智慧医疗发展趋势研究 [J]. 无线互联科技, 2021, 18 (3): 11 – 12.

17

江秋影, 王宗忠, 曹倩雯, 等. 互联网医疗对患者就医方式的影响研究 [J]. 科技与创新, 2021 (2): 151 – 152.

18

谢平. “联网 + 智慧医疗” 现状与发展前景探究 [J]. 数字通信世界, 2020 (3): 157.

19

汤苗俊. 基于 “互联网 + 智慧医疗” 的医院信息化平台建设探究 [J]. 中国设备工程, 2022 (6): 45 – 46.

20

牟丽, 夏英华, 何群, 等. 我国智慧医疗建设现状、问题及对策研究 [J]. 中国医院, 2021, 25 (1): 24 – 26.

21

孙陈敏, 田侃. “互联网 + ” 背景下移动医疗发展现状研究 [J]. 卫生经济研究, 2019, 36 (8): 42 – 44.