

• 论 著 •

数字人驱动的胃癌患者营养教育对话代理系统的构建

闫亚敏¹, 张玉侠¹, 康伟陈¹, 程丹丹¹, 王天笑²

摘要: **目的** 构建数字人驱动的胃癌患者营养教育对话代理系统, 为患者提供专业的营养咨询与指导。 **方法** 基于“语料立方体”概念框架, 从来源、业务、模态 3 个维度构建胃癌营养管理语料库, 并建立动态更新的语料管理机制。在此基础上, 采用检索增强生成技术, 构建集成数字人交互界面的对话代理平台。 **结果** 平台运行 3 个月时, 问答内容准确率 90.4%, 问答匹配准确度(4.66±0.50)星(最高 5 星)。 **结论** 胃癌营养管理语料库与数字人对话代理技术的有效结合, 初步验证了数字技术赋能临床营养管理的可行性, 为胃癌患者提供了专业、便捷的营养咨询问答服务。

关键词: 胃癌; 营养管理; 营养教育; 语料库; 数字人; 对话代理; 人机对话; 人工智能

中图分类号: R473.73; R459.3 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2026.15.006

Development of a digital human-driven conversational agent system for nutrition education in gastric cancer patients

Yan Yamin, Zhang Yuxia, Kang Yichen, Cheng Dandan,

Wang Tianxiao. Department of Nursing, Zhongshan Hospital of Fudan University, Shanghai 200032, China

Abstract: **Objective** To design a digital human-driven conversational agent system for nutrition education in gastric cancer patients, with the aim of providing professional nutritional consultation and guidance to patients. **Methods** Based on the conceptual framework of the "corpus cube", a gastric cancer nutrition management corpus was constructed from three dimensions: source, business domain, and modality. A dynamically updating mechanism of the corpus was also established. On this basis, retrieval-augmented generation technology was employed to build a conversational agent system integrated with a digital human interactive interface. **Results** After three months of system operation, the accuracy of question-answer content reached 90.4%, and the accuracy of question-answer matching scored (4.66±0.50) stars (out of a maximum of 5 stars). **Conclusion** The effective integration of the gastric cancer nutrition management corpus with digital human conversational agent technology preliminarily demonstrates the feasibility of leveraging digital technology to empower clinical nutrition management, offering professional and convenient nutritional consultation services for gastric cancer patients.

Keywords: gastric cancer; nutrition management; nutrition education; corpus; digital human; conversational agent; human-computer dialogue; artificial intelligence

《国民营养计划(2017—2030 年)》^[1]中明确提出“实施临床营养行动”, 针对肿瘤等重大疾病开展营养管理。胃癌患者因胃肠功能受损, 普遍存在营养摄入不足或吸收障碍, 晚期营养不良发生率高达 80%^[2], 居各类癌症之首。营养不良在胃癌患者群体中的高发病率, 凸显了系统性、个体化营养管理的迫切需求。目前, 营养健康教育仍主要依赖医护人员口头宣教和纸质材料, 存在营养培训持续性不足^[3]、营养教育内容不统一、缺乏个性化及患者被动接受的问题^[4]。数字人对话代理作为新兴的人工智能技术, 凭借其拟人化、可交互、全天候在线的特点, 为突破上述瓶颈提供了创新路径^[5-6]。然而, 实现专业、准确、科学的人机

对话, 依赖于高质量、结构化的领域专用语料库作为其“智能大脑”, 语料是模型训练的基础, 语料质量直接决定模型的应用效果^[7]。鉴于通用语料库或简单的知识库难以满足胃癌营养管理这一高度专业化、场景化的人机对话需求, 本研究旨在设计胃癌营养管理专用语料库, 并在此基础上构建数字人对话代理系统, 以使患者获得专业营养咨询指导, 从而提升营养干预的依从性与实效性。本研究已通过复旦大学附属中山医院伦理委员会审核(B2025-666R)。

1 方法

1.1 组建多学科工作小组 2024 年 6 月, 由护理、医疗、营养、电子信息等成员组建多学科工作小组, 共 13 人。包括护理部主任 1 人, 外科片区总护士长 2 人, 胃肠外科护士长 3 人, 护理研究生 2 人, 负责项目的整体设计, 主导语料库内容的构建、梳理、更新与审核; 胃肠外科副主任医师 1 人, 主治医师 1 人, 负责审核语料库中胃癌疾病知识、治疗原则、营养管理等医学内容的准确性; 营养师 1 人, 负责语料库中营养管理相关内容的制订与更新; 信智部 1 人, 负责语料库技术架构的设计、数据存储方案的制订及对话代理系

作者单位: 复旦大学附属中山医院 1. 护理部 2. 信智部(上海, 200032)

通信作者: 张玉侠, zhang.yx@aliyun.com

闫亚敏: 女, 博士在读, 副主任护师, yanyamin12@126.com

科研项目: 2025 年度复旦大学—复星护理科研基金项目(FNF202513); 2025 年度复旦大学附属中山医院管理科学基金项目(2025ZSGL21, 2025ZSGL28)

收稿: 2026-03-16; 修回: 2026-05-24

统的构建与维护;网络中心 1 人,负责数字人一体机的网络支持、硬件维护与系统对接工作。

1.2 胃癌营养管理语料库的设计

经小组讨论,本研究采用适配垂域模型的“语料立方体”概念框架^[7],从来源、业务、模态 3 个维度形成立体化语料组织模式。

1.2.1 来源维度 语料库的来源包括相关指南、专家共识、专业文献、国家及地方政策规范、图书、标准化术语体系、权威医学网络平台及真实临床诊疗资料中的权威信息,均为非结构化数据。采用文献研究法进行数据收集。计算机检索 Cochrane Library、JBI 循证护理数据库、Clinicalkey for Nursing、PubMed、Web of Science、EMbase、CINAHL plus、Scopus、Medline、中国生物医学文献服务系统(SinoMed)、中国知网、万方数据知识服务平台、维普网。语种限定为中文及英文,检索时限均为自建库至 2025 年 10 月。鉴于营养在不同系统肿瘤患者群体均有研究报道,故检索时不对胃癌人群设限,拓展至所有肿瘤患者。英文检索词包括 nutrition* management, nutrition* support, dietary management, cancer related nutrition* disorder, management scheme/plan/program。中文检索词包括营养管理,营养支持,饮食管理,肿瘤相关性营养障碍,管理方案。文献类型包括指南、系统评价、专家共识、随机对照试验及类实验研究等。分析各文献标题、摘要、关键词及主题词,进一步确定检索关键词。运用相关的关键词和主题词,根据研究目的,分别检索各数据库,阅读摘要,初步符合纳入准则进一步查找全文;通过“滚雪球”方式,追查纳入文献的参考文献。对于已修订或已更新的指南,纳入最新版本。对于图书、标准化术语体系、权威医学网络平台及真实临床诊疗资料中的权威资料,采用人工筛选与交叉核对的方式进行提取。①图书与标准化术语体系:由 3 名研究者(2 名胃肠外科护士、1 名胃肠外科医生)查阅《肿瘤营养学》《营养流行病学》《临床营养学》等图书,以及标准医学术语库、专业食物营养成分库和结构化知识库中关于“胃癌”“营养不良”等核心概念,摘录与胃癌营养管理直接相关的定义、分类与诊疗规范。②权威医学网络平台:3 名研究者独立检索国家卫生健康委员会官网、美国国立综合癌症治疗网络、欧洲临床营养与代谢学会等官方或专业学术平台,下载公开发布的针对胃癌患者营养管理的教育手册、科普文章等资料。研究者使用站内搜索功能或按栏目分类浏览,对符合条件的资料进行下载和内容摘录。③真实临床诊疗资料:来源于复旦大学附属中山医院的电子病历系统。由 1 名胃肠外科医生和 1 名营养师,以“胃恶性肿瘤”为诊断关键词,抽取 2024 年 1 月至 2025 年 10 月接受过营养科会诊的病历。研究者查阅病历中的入院记录、手术记录、营养科会诊意见等文书,摘录高频问题及医护人员的

答复,作为语料库中“常见问题”板块的补充来源。摘录过程中,删除所有患者身份信息。

为便于语料库的规范化存储与快速检索,建立知识来源的三级分类体系(来源大类→文献类型→具体文献)。以 1 份官方指南为例,其三级分类路径为,官方指南与专业文献→国内指南与共识→《胃癌患者营养治疗指南》(中国抗癌协会肿瘤营养与支持治疗专业委员会)。同时建立动态更新机制,由研究者本人担任“语料更新员”,每季度集中检索 1 次近 3 个月内新发布或更新的指南、专家共识或发布的研究报道,与语料库进行对比,判断是否为新增知识点或对现有知识的修订。经小组讨论、审核后,将新语料按分类体系录入系统,并在“版本/修订情况”字段标注更新日期。若新语料否定了以前的观点(如某种营养素推荐剂量的变更),则直接删除旧语料,保障内容的时效性与科学性。

1.2.2 业务维度 语料库覆盖营养管理的全流程业务领域,具体涵盖以下核心业务场景。①胃癌简介:包括胃的解剖生理、胃癌风险因素、胃癌治疗原则等。②营养风险筛查与评估:包括各营养风险筛查与评估工具及相关指标解读,如营养风险筛查 2002(Nutritional Risk Screening 2002, NRS-2002)、患者主观整体营养评估(Patient-Generated Subjective Global Assessment, PG-SGA)、营养不良诊断与严重程度分级的全球领导人营养不良倡议(Global Leadership Initiative on Malnutrition, GLIM)、营养状态及代谢生化指标(BMI、白蛋白、肌肉量)解读。③营养干预:如胃癌患者食谱、胃癌患者术后饮食型态过渡规范(流质、半流质、软食、普食)、个性化膳食方案(高蛋白、低脂、高能量)、肠内营养支持操作规范、肠外营养支持监测要点等。④营养管理效果监测:包括体质量变化追踪、生化指标动态监测、营养相关不良记录等。⑤营养教育:包括胃癌营养管理科普手册、营养管理相关科普推文、科普书籍等。⑥常见问题:建立线上线下营养问题咨询问答库,可自动关联患者信息,为其制订个性化营养管理方案。

1.2.3 模态维度 语料库涵盖文本、表格、图像、视频等多种模态数据资源,采用多模态编码器实现跨模态语义对齐,增强模态语义的跨模态检索^[8],并依托检索增强生成(Retrieval-Augmented Generation, RAG)技术对生成答案进行管控^[9]。

1.3 胃癌患者营养教育对话代理系统的构建 胃癌患者营养教育对话代理系统以数字人作为前端交互界面。数字人是护士的虚拟形象,通过唇形同步与情感计算技术实现语音输出与面部表情的实时匹配。对话代理系统负责理解用户问题、检索语料库并生成答案,将答案文本转换为语音后由数字人“说出”,继而实现营养咨询问答服务。胃癌患者营养教育对话代理系统以浦医大模型(OpenMEDLab 浦医)为基模

型,该模型 2023 年 6 月由上海人工智能实验室联合复旦大学、上海交通大学医学院附属瑞金医院等国内外顶尖机构发布,是一个医疗多模态基础模型群,涵盖医学图像、临床文本、生物信息等十余种数据模态,为系统实现多源异构医学知识的融合提供支撑。同时,为保障问答内容的权威性与可追溯性,本系统引入检索增强生成技术,将胃癌营养管理语料库与浦医大模型生成过程深度融合。语料库以结构化数据和向量化索引存储知识;在交互过程中,系统首先将患者问题转化为向量,在语料库的向量化索引中进行相似度检索,识别与问题最为相关的语料片段,然后将这些片段作为上下文输入浦医大模型生成答案。同时,为确保模型在营养教育问答中的安全性与伦理性,采用基于人类反馈的强化学习(Reinforcement Learning from Human Feedback, RLHF)对浦医大模型进行微调,使其输出内容更符合医疗伦理规范与社会价值导向。此外,为进一步增强模型输出的合规性与风险应对能力,本系统构建了安全围栏机制。该机制对浦医大模型生成的内容进行实时监控,确保其在提供咨询建议时符合医疗伦理标准,最大限度地减少因模型回答不当引发的伦理问题。胃癌患者营养教育对话代理系统包括语料管理、问答测评、问答日志、业务数据 4 个核心模块。①语料管理模块:采用混合存储方案对胃癌营养管理语料库知识进行存储,是系统的核心。文本数据(如指南、专家共识、专业文献)通过检索增强技术实现全库检索优化,非结构化的数据(如科普视频、影像图片)依托对象存储系统进行可靠存储与高效使用。同时包含知识更新功能,支持持续纳入最新循证医学研究的高质量证据作为新增语料知识点。②问答测评模块:系统自动记录问答列表,供专业人员和患者/家属进行问答内容准确度和匹配准确度的评估,根据测评反馈结果调整生成的答案。③问答日志模块:问答日志数据是优化的核心依据。管理员通过后台问答数据分析每一轮的人机对话内容,并进行语料标注,对于模型生成的逻辑清晰、内容准确的高质量回答,进行精炼与规范化标注,将其纳入正式问答样本库;对于存在事实错误、语义模糊、内容不相关或涉及敏感话题的交互数据,将其标注为待修正样本,并建立每周汇总与反馈机制,统一提交至临床医护团队进行审核与修正。④业务数据模块:主要负责整合核心业务场景的关键数据,便于后台基于患者的疾病信息,自动识别其可能关注的问题及营养管理需求偏好,进行有针对性的指导。

1.4 胃癌患者营养教育对话代理系统的内外测试

本研究构建的对话代理系统命名为“中山智能医护助手”,以一体机的形式向胃癌患者提供 24 h 的营养咨询问答服务。使用者于一体机正前方站立 3 s,唤醒数字人后进行提问,系统通过自然语言理解技术对问题进行解析,识别意图,判断其所属的核心业务场

景。通过检索增强技术从多模态语料库中快速检索并初步筛选出相关的候选答案合集。系统对筛选出的答案进行精细化处理,通过计算问题与答案的相关性,并利用机器学习算法进行打分与排序,最终优选出与问题最为匹配的 3 项答案作为大模型的输入。大语言模型基于所检索到的信息,将结构化数据转换为自然语言,生成自然、流畅的回答,并通过语音与文字双通道模式反馈给提问者。①内部测试:面向科室医生、护士、实习护生展开,持续 3 个月,累计收集问答记录 383 条。②患者/家属外部测试:为期 1 个月。患者/家属针对自身遇到的营养和饮食问题进行提问。通过测试发现,系统对多样化的地方方言存在识别困难,极大地影响了系统识别问题意图和检索答案的能力。为解决此问题,研究团队采用科大讯飞语音识别云服务,通过应用程序编程接口实现语音转写,以提升系统对方言的识别能力。同时,本研究构建了包含 1 004 条词条的胃癌专科热词库。在语音转写完成后,系统将转写文本与热词库进行关键词匹配和自动纠错,将修正后的文本作为问题理解的依据,从而提升系统对胃癌专科术语识别的准确率,进一步保障检索质量。以“胃癌术后怎么吃?”提问为例,系统输出答案见图 1。

1.5 评价方法 统计 2025 年 5 月 1 日至 7 月 31 日系统记录的问答清单,包括提问总数、问答匹配准确度及内容准确度。问答匹配准确度主要判断问题和回答的相关性及满足程度,由患者或家属在每次对话结束时通过系统弹窗进行五星评分(1 星=完全不相关,5 星=非常相关)。问答内容准确度主要判断答案所提供内容的准确性,由胃肠外科专家组(共 4 名,1 名胃肠外科医生,3 名胃肠外科护士长)进行评价,正确的直接采用,部分正确和错误的表示需要调整,计算时为不正确。

2 结果

系统共收集患者问题 310 条,其中胃癌疾病知识 26 条(8.4%),营养风险筛查及评估工具 39 条(12.6%),营养相关生化指标 47 条(15.2%),饮食行为建议 105 条(33.9%),营养自我管理及监测 88 条(28.4%),其他不相关问题 5 条(1.6%)。系统的问答匹配准确度和内容准确度,见表 1。

3 讨论

3.1 胃癌营养管理语料库的专业性 语料库是对话代理系统的“大脑”,其质量直接决定了系统交互的准确性和可信度^[10]。在医疗领域,从非结构化文本中提取结构化知识已成为人工智能应用的方向。Catanuto 等^[11]以 6 本乳腺癌图书为语料(约 22 亿词),采用 Word2Vec 技术构建模型,通过相似度量概念间的关联强度,实现了对专业文献的“增强式阅读”。本研究采用的“语料立方体”概念框架^[7]在多源整合思

路上与其相似。“语料立方体”通过来源、业务、模式 3 个维度形成立体化的语料组织模式,为语料库的权威性与专业性提供了保障。同时建立知识的三级分类体系(来源大类→文献类型→具体文献),保证语料库结构的清晰度,便于检索时快速定位知识来源,为其他专科语料库的构建提供了可借鉴的组织框架。此外,医学知识不断更新,固定的语料库难以满足临

床实践的发展需求。为此,本研究建立了语料库的资料更新与追溯机制,研究团队每 3 个月对内容进行动态更新,进一步确保了后续对话代理平台输出回答的时效性和科学性。该语料库的构建方法可推广至其他慢性病管理领域,同时为护理领域垂域对话代理系统的开发提供方法学参考。



图 1 应用场景举例

表 1 系统的问答匹配准确度和内容准确度			
时间	问答次数	内容准确度 [次(%)]	匹配准确度 (星, $\bar{x} \pm s$)
2025 年 5 月	81	72(88.9)	4.41±0.43
2025 年 6 月	104	90(86.5)	4.50±0.46
2025 年 7 月	125	113(90.4)	4.66±0.50

3.2 胃癌患者营养教育对话代理系统的科学性 对话代理是旨在通过文本或语音与用户进行交互的代理程序^[12],利用自然语言处理和机器学习等技术解读用户意图、理解语境并做出精准响应^[13]。其中,精准响应功能的实现就是基于语料库的准确性^[14]。研究指出,基于语料库的对话代理平台可以通过从知识库中检索推理,将自然语言问题精确映射至结构化语料上,从而输出更准确、简洁、易懂的答案,提升回答质量^[15]。具有亲和力的交互界面提升患者参与度尤为重要,本研究中与患者交互的“数字人”是以护士形象设计,具有高度拟人化外观和交互能力,增强了患者的信任感与参与度。采用检索增强生成技术,将患者问题转化为向量后优先从语料库中检索相关语料片段,再将这些语料片段作为上下文输入浦医大模型

生成答案。这一技术有效约束了模型的生成范围,确保生成内容的准确性。系统运行 3 个月结果显示,问答内容准确率达 90.4%,问答匹配准确度达(4.66±0.50)星,说明该技术架构在实际应用中具有稳定的性能表现。因此,多源数据融合的专业语料库可以为对话代理系统提供自然语言支撑,降低生成模型“幻觉”等错误的发生,为提升系统的安全性和伦理性提供了基础。

3.3 对话代理系统对临床工作的启示 随着精准营养概念的提出,个性化营养管理的发展被提上议程,以期改善长期健康营养行为。基于数字平台和智能算法的营养干预工具在促进个体化健康管理方面具有显著潜力^[16]。本研究初步实践表明,营养教育对话代理系统在临床实践中具有潜在的应用价值。本系统以一体机形式部署在我院胃肠外科,为患者提供 24 h 不间断的营养咨询问答服务,可承担部分标准化、重复性的健康教育工作,使护士能够将更多精力投入到病情评估、复杂护理决策等不可替代的工作中。这提示在护理人力普遍紧张背景下,数字人对话代理系统可作为“智能助手”融入临床工作流程,优

化护理资源配置。本系统运行 3 个月所收集的患者问题中,“饮食行为建议”占比最高(33.9%),其次为“营养自我管理及监测”(28.4%)。这一数据分布提示,胃癌患者在术后康复过程中最关心的并非抽象的营养理论知识,而是具体可操作的饮食指导(如“胃癌术后饮食型態如何过渡?”)。护理人员可根据此类数据反馈,针对性地优化健康教育内容与形式,使教育更贴近患者的真实需求,实现数据驱动的护理质量改进。此外,本系统的语料库构建、内容审核、问答日志标注等工作均由胃肠外科护士主导完成,多学科团队中的医疗、营养、信息人员分别提供专业审核与技术支撑。这表明数字健康工具的研发并非单纯的信息技术问题,护理专业知识是确保系统专业性、安全性与临床适用性的核心要素。在医疗人工智能快速发展的背景下,护理人员应主动参与智能系统的设计与评价,发挥临床需求提出者、知识内容提供者及应用效果评价者的角色功能,而非被动接受技术应用。

4 结论

本研究聚焦胃癌患者营养管理的实践难点,创新性采用“语料立方体”概念框架构建专用语料库,并依托数字人对话代理技术构建平台,为患者提供 24 h 交互问答服务。该平台有效突破传统营养教育效率低、内容不统一、响应不及时局限,也为数字技术赋能临床营养管理提供了实践依据。目前研究团队仅开发完成一体机端,未来进一步开发移动端,让患者在居家环境中可便捷地获取专业的营养咨询与指导。同时进一步建立对话代理开发评估标准与伦理管控机制,以解决当前方言识别、跨模态语义融合等短板;未来研究应开展多中心、大样本、随机对照试验,延长随访周期,纳入更全面的评价指标,并探索移动端部署与个性化推荐策略,以进一步验证该平台在胃癌患者居家营养管理中的实践价值。

参考文献:

- [1] 国务院办公厅. 国民营养计划(2017—2030 年)[EB/OL]. (2017-06-30)[2025-02-18]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/13/content_5210134.htm.
- [2] Rosania R, Chiapponi C, Malfetheriner P, et al. Nutrition in patients with gastric cancer; an update[J]. *Gastrointest Tumors*, 2016, 2(4): 178-187.
- [3] Dutra B, Lissauer M, Rashid H. Nutrition education on the wards: a self-study module for improving medical student knowledge of nutrition assessment and interventions[J]. *MedEdPORTAL*, 2020, 16: 10968.
- [4] 曾颖,陈姝好,谢金懿,等. 基于 Fitch 理论的营养管理健

康教育方案在胃癌术后病人出院准备度中的应用[J]. *护理研究*, 2024, 38(24): 4392-4398.

- [5] Joshi S, Shamanna P, Dharmalingam M, et al. Digital twin-enabled personalized nutrition improves metabolic dysfunction-associated fatty liver disease in type 2 diabetes: results of a 1-year randomized controlled study[J]. *Endocr Pract*, 2023, 29(12): 960-970.
- [6] Li Y, Liang S R, Zhu B Q, et al. Feasibility and effectiveness of artificial intelligence-driven conversational agents in healthcare interventions: a systematic review of randomized controlled trials[J]. *Int J Nurs Stud*, 2023, 143: 104494.
- [7] 刘捷宸,夏天,山栋明,等. 基于“语料立方体”概念的公共卫生语料库的构建与创新[J]. *中国卫生信息管理杂志*, 2025, 22(3): 422-427.
- [8] 李明,周栋,雷芳,等. 基于模态语义增强的跨模态食谱检索方法[J]. *计算机应用研究*, 2024, 41(4): 1131-1137.
- [9] 王天笑,于佳婕,钱琨. 基于医疗大模型的患者咨询问答安全及伦理管控[J]. *中国卫生信息管理杂志*, 2025, 22(2): 202-207.
- [10] Piad-Morffis A, Gutiérrez Y, Muñoz R. A corpus to support eHealth Knowledge Discovery technologies[J]. *J Biomed Inform*, 2019, 94: 103172.
- [11] Catanuto G, Rocco N, Balafa K, et al. Natural language processing to extract meaningful information from a corpus of written knowledge in breast cancer: transforming books into data[J]. *Breast Care (Basel)*, 2023, 18(3): 209-212.
- [12] Laranjo L, Dunn A G, Tong H L, et al. Conversational agents in healthcare: a systematic review[J]. *J Am Med Inform Assoc*, 2018, 25(9): 1248-1258.
- [13] Allouch M, Azaria A, Azoulay R. Conversational agents: goals, technologies, vision and challenges[J]. *Sensors (Basel)*, 2021, 21(24): 8448.
- [14] Tudor C L, Dhinakaran D A, Kyaw B M, et al. Conversational agents in health care: scoping review and conceptual analysis[J]. *J Med Internet Res*, 2020, 22(8): e17158.
- [15] Alsuhaibani M, Bollegala D, Maehara T, et al. Jointly learning word embeddings using a corpus and a knowledge base[J]. *PLoS One*, 2018, 13(3): e0193094.
- [16] Kassem H, Beevi A A, Basheer S, et al. Investigation and assessment of AI's role in nutrition: an updated narrative review of the evidence[J]. *Nutrients*, 2025, 17(1): 190.

(本文编辑 宋春燕)