

临床实践指南实施性促进研究之九：临床实践指南诊疗流程知识可计算化与知识图谱构建框架设计



阮思媛^{1,2}, 陈 健³, 帕尔温阿依·它力甫^{1,2}, 朱淑琼^{1,2}, 任相颖², 阎思宇², 黄 桥², 靳英辉², 王永博²

1. 武汉大学第二临床学院 (武汉 430071)
2. 武汉大学中南医院循证与转化医学中心 (武汉 430071)
3. 武汉科技大学计算机科学与技术学院 (武汉 430065)

【摘要】临床实践指南包含大量可用于指导临床决策的诊疗流程知识，但其通常以自然语言形式呈现，难以被计算机直接理解、执行，从而影响指南智能化实施应用。为此，本研究提出一种系统性框架，覆盖从流程概念规范化、本体建模、流程语句自动识别至流程可视化表达的技术路径。研究首先明确临床实践指南诊疗流程的规范化定义与核心构成要素，构建统一的语义框架；其次，基于本体工程方法与业务流程建模符号流程模型，构建可计算、可推理的诊疗流程本体；接着，结合大语言模型与提示工程策略，实现诊疗流程语句的高精度自动识别及关键要素抽取；最后，通过流程建模与可视化技术将抽取的知识转化为结构化的图形表达，为临床决策支持系统提供智能化的知识图谱支持。本研究为临床实践指南诊疗流程知识的结构化表达与智能化应用提供了可复用的技术基础。

【关键词】临床实践指南；诊疗流程；可计算化；知识图谱；本体建模

【中图分类号】 R-05 **【文献标识码】** A

Research on the promotion of clinical practice guidelines implementation (IX): a framework design for computable formalization of diagnostic and therapeutic process knowledge and construction of knowledge graphs in clinical practice guidelines

RUAN Siyuan^{1,2}, CHEN Jian³, TALIFU·Paerwenayi^{1,2}, ZHU Shuqiong^{1,2}, REN Xiangying², YAN Siyu², HUANG Qiao², JIN Yinghui², WANG Yongbo²

1. The Second Clinical College, Wuhan University, Wuhan 430071, China
2. Center for Evidence-Based and Translational Medicine, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China
3. School of Computer Science and Technology, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430065, China

Corresponding authors: JIN Yinghui, Email: jinyinghui0301@163.com; WANG Yongbo, Email: wangyb20172030@163.com

【Abstract】 Clinical practice guidelines contain substantial diagnostic and therapeutic

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202601165

基金项目：国家自然科学基金面上项目 (82174230)；国家自然科学基金青年科学基金项目 (82505373)

通信作者：靳英辉，博士，教授，博士研究生导师，Email: jinyinghui0301@163.com

王永博，特聘副研究员，Email: wangyb20172030@163.com

process knowledge to guide clinical decisions. However, since this knowledge is often expressed in natural language, it is difficult for computers to directly understand and execute, which limits its intelligent application. To address this issue, this study proposes a systematic framework to achieve the computability of guideline process knowledge. The framework covers the full technical path from process concept standardization, ontology modeling, sentence recognition, to process visualization. The study first clarifies the standardized definition of diagnostic and therapeutic processes and their core elements, constructing a unified semantic framework. Next, based on ontology engineering methods and business process model and notation process models, a computable and inferable diagnostic process ontology was built. Then, combining manually annotated corpus with large language model prompt engineering strategies, high-precision automatic recognition and key element extraction of diagnostic process sentences were achieved. Finally, process modeling and visualization techniques were used to transform the extracted knowledge into structured graphical representations, providing intelligent knowledge graph support for clinical decision support systems. This study provides a reproducible technical foundation for the structured expression and intelligent application of clinical practice guideline diagnostic and therapeutic process knowledge.

【Keywords】 Clinical practice guidelines; Diagnostic and therapeutic process; Computability; Knowledge graph; Ontology modeling

临床实践指南（以下简称“指南”）是针对特定临床情况系统制订的文件，通过在特定临床情况下选择合适的方案，帮助医护人员和患者在诊疗环节做出最佳决策，在医学知识传播、临床决策支持、医疗保健质量提升及医疗成本控制等方面发挥着不可或缺的作用^[1-2]。医疗实践是一个复杂且多样化的过程，包含从预防、诊断、治疗至预后随访等多个环节，是医护人员在具体医疗环境中为患者提供的各类医疗服务^[3]。指南本质是通过规范化的标准为医疗实践提供指导，其不仅整合了当前医学领域的最佳证据，更明确描述了诊疗流程的决策逻辑^[4]。因此，指南中包含了大量具有顺序性、条件性且可执行的诊疗流程知识，构成了支撑临床工作管理与决策的核心知识基础。

然而，当前指南通常以自然语言文本形式呈现，其内容往往冗长且结构松散，诊疗决策逻辑常隐含于行文之中，导致指南难以被计算机直接理解并执行，从而限制了医护人员在临床场景中快速检索与理解指南推荐的过程^[5-7]。指南依从性偏低的问题，与其实施难度较高、流程复杂及临床适配性有限等因素密切相关^[8-9]。既往研究表明，将指南转化为形式化诊疗流程模型，并结合过程挖掘技术对真实临床数据进行分析后发现，实际治疗路径与指南推荐流程之间存在显著差异^[10]。在此背景下，如何将指南中隐含的诊疗

流程知识进行结构化表达与可计算化建模，已成为推动指南智能化应用与落地实施的关键科学问题。

近年来，计算机可解释指南、临床路径管理及医学本体建模等研究为指南知识的形式化表达提供了重要的理论支持与技术基础。在大语言模型（large language models, LLMs）快速发展的背景下，基于提示工程的文本理解与推理方法显示出显著潜力。例如，LLMs可以通过合理设计提示结构，开展多步逻辑推理、模拟人类问题分解过程，从而有效处理包含隐含条件与决策逻辑的复杂文本^[11]。然而，现有研究多聚焦于规则建模或特定疾病的流程表示，缺乏对诊疗流程核心知识单元的统一概念界定与系统框架构建，面临流程语句定义不清、标注标准不统一、模型评估体系不完善等问题，尚难以支撑诊疗流程知识的规模化、可重复抽取与工程化应用。

基于上述背景，本研究以“临床实践指南诊疗流程知识可计算化”为核心目标，提出覆盖概念规范化、本体建模、流程语句识别、LLMs抽取及流程可视化表达的系统性方法学框架。研究首先明确诊疗流程知识的规范化定义与理论边界，构建区分流程性与非流程性内容的识别标准；在此基础上，采用本体工程方法对诊疗流程知识进行形式化建模；进一步结合人工标注语料

与多模型提示工程策略，系统评估 LLMs 在诊疗流程语句自动识别任务中的性能；最终通过业务流程建模符号（business process model and notation, BPMN）等流程建模技术实现诊疗流程知识的可视化表达与临床应用验证，为下一步构建智能化指南系统与临床决策支持应用奠定坚实基础。本研究并非针对单一疾病或特定指南进行流程建模，而是聚焦于“诊疗流程”这一跨指南、跨疾病、跨学科的核心知识单元，系统构建其从文本表达到可计算表示的通用方法学框架，旨在为后续指南智能化系统开发与实施促进提供可复制、可扩展的技术基础。

1 诊疗流程可计算化框架设计

本研究针对临床指南诊疗流程知识转化过程中存在的核心问题，明确指南诊疗流程知识可计算化的研究目标，即通过依次开展指南诊疗流程知识拆解、核心概念界定、诊疗流程本体构建、指南诊疗流程语句的智能识别与关键要素抽取等系列研究步骤，以实现指南诊疗流程知识的高效转化。该框架强调诊疗流程知识在不同层级（文本层、语义层、执行层）之间的映射关系，避免仅停留在规则或流程图层面的碎片化表达。本研究的框架蓝图见图 1。

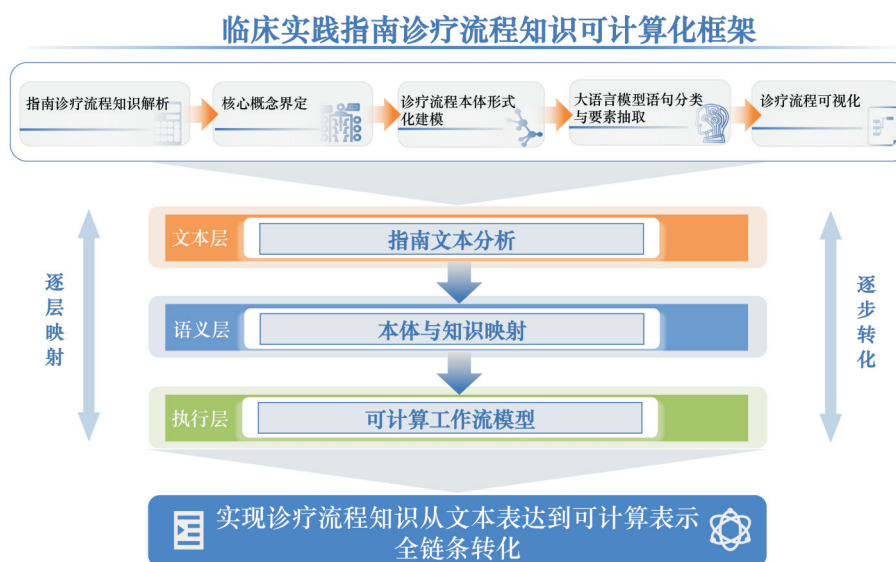


图 1 研究框架蓝图

Figure 1. Research framework blueprint

1.1 诊疗流程概念定义

随着智能医疗技术与计算机化临床决策支持系统（clinical decision support system, CDSS）的深入发展，指南可计算化已成为提升临床依从性、规范医疗实践和改善患者预后的关键手段^[12]。然而，当前多数指南的核心诊疗流程与决策逻辑隐含于长篇叙述中，难以被计算机直接识别、解析与复用，严重限制其在智能化系统中的集成与应用^[13]。因此，指南知识可计算化研究逐渐聚焦于流程性知识显式建模的技术方向^[14]。

将指南中复杂的诊疗步骤、动态决策逻辑转化为机器可处理的形式化表达，需面临诊疗流程结构复杂性、决策逻辑多变性与情景依赖性等诸多难题。回顾指南表示模型相关文献，尽管 GLIF、Proforma 等模型提供了“动作决策语义”

的表示语义及相应的过程建模机制，能够实现流程性知识的结构化表达^[15]，但这些模型缺少对指南中诊疗流程具体构成要素的系统性界定，从而缺乏对诊疗流程知识的统一定义与表达标准。

通过对比与归纳相关文献，建立清晰、共识性的概念框架，不仅有助于构建指南可计算化的循证基础，也能为后续本体构建、模型开发等提供统一的知识参照。为构建兼具证据支持与实践实用性的指南诊疗流程定义标准，本研究借鉴临床路径定义的方法学框架^[16-17]，按照 4 个步骤展开：①范围界定与文献筛选，即系统检索并筛选明确探讨指南诊疗流程（或相似术语）范围与定义的文献；②要素整合与草案撰写，即归纳既有研究中的建议要素，形成涵盖流程节点、决策逻辑、临床语境等维度的定义草案；③一致性测试

与验证,即将定义草案应用于代表性指南,评估不同评审者应用该标准时的一致性;④标准迭代与优化,即依据一致性测试反馈,对定义草案进行修订,以最大限度提升其清晰度与可操作性。

如表1所示,本研究依据状态触发、动作执行、逻辑分支的结构化架构,将指南文本划分为非流程语句与流程语句两类。非流程语句多表现为宏观的管理策略、资源建设建议或标准化原则,如示例中的“建立神经重症监护病房(neurointensive care unit, NCU)”或“规范诊断标准”,其语义重心在于“应当做什么”的层面,因缺乏具体的执行时序与状态依赖而未直接映射到流程的节点中。相比之下,流程语句具有明显的事件驱动特征,此类语句明确定义了临床操作的触发事件或患者状态、核心执行动作以及执行决策逻辑。这种输入、处理、输出的完整语义链条,使其可准确实例化为BPMN模型中的任务(task)、事件(event)及网关(gateway),为构建可计算且可执行的诊疗流程知识图谱提供了高质量的语料基础。

1.2 诊疗流程本体构建

在完成诊疗流程语句的识别与核心要素拆解后,本研究进一步探索如何将非结构化或半结构化的流程语句转化为可计算、可推理和可复用的形式化知识表示。为此,本研究采用语义本体建模及流程模型映射的双层表示策略,将诊疗流程语句中的语义要素分别映射至本体概念与BPMN流程元素,为实现流程知识在语义层与执行层的协同表达奠定基础。与以疾病、症状或治疗实体为中心的传统医学本体不同,本研究构建的诊疗流程本体以“临床活动”“决策条件”“临床事

件”作为核心建模对象,强调诊疗行为的执行顺序、条件触发机制与流程控制逻辑,从而更贴近临床实际中的复杂决策过程与逻辑关系。通过该诊疗流程本体,可有效体现临床实践中的关键流程步骤及其内在联系,提升本体在临床智能决策支持系统中的应用价值。目前,学术界针对本体构建已提出多种方法,其中由斯坦福大学提出的“七步法”,因其较优的系统性和实用性,已成为本体开发领域的标准方法之一^[18]。该方法提供了一个清晰的框架,可在概念化到实例化的全过程指导本体开发者。

本研究以“七步法”为构建框架,结合已有的通用本体框架^[19-20],并融合BPMN的流程建模能力,构建临床实践指南诊疗流程本体。该本体涉及诊疗阶段、临床活动、决策条件、事件和网关等多个核心概念,形成了四级概念层次结构。通过定义其对象属性和数据属性,本体涵盖了诊疗流程的关键要素及其间的语义关系,尤其在诊疗流程的时序逻辑、决策规则和角色分工方面,该本体能够表达各环节之间的顺序关系与决策条件,部分本体的核心类及其属性见附件表1。在本体实例化过程中,将结合中西医结合的特殊需求,重点针对辨证论治和治疗方法选择等方面,为本体添加相应的扩展规则,使其能够涵盖更多中医特色诊疗要素。通过上述构建过程,诊疗流程本体不仅可增强指南内容的结构化、可推理性和可操作性,更为未来CDSS的开发与推广提供了坚实基础。

1.3 LLMs识别诊疗流程语句与流程要素抽取

在实现指南数字化与智能化过程中,诊疗流

表1 指南语句分类判定与要素抽取示例

Table 1. Examples of classification and judgment of guideline sentences and element extraction

语句类型	典型示例语句	核心要素分析	判定依据
非流程语句	参照上述定义规范各类重症卒中的诊断标准,以利于未来研究的开展和临床应用	缺失触发事件、执行动作主体、时序逻辑	此类语句主要明确规范目标,无法拆解为流程各个节点
非流程语句	建议结合重症卒中的神经专科特点,运用重症医学技术综合管理;有条件的医院应建立NCU提供重症监护服务	缺失明确的患者状态触发点、具体的单步操作指令	描述的是整体管理模式,无明确诊疗动作与决策节点,不具备流程核心特征
流程语句	结合患者的生命体征、临床表现和影像学特征对其病情严重程度进行评估,识别符合NCU入住标准的患者并转入监护	包含触发事件、动作、条件	具备完整的流程框架,明确基于特定患者状态执行的具体评估动作,并隐含基于评估结果的决策分支,可映射为BPMN中的任务、网关
流程语句	重症卒中患者应密切监测其生命体征、意识状态和神经功能;若出现生命体征不稳、意识障碍加重等恶化征象,应立即启动急救干预	包含触发事件、动作、条件	条件驱动的顺序逻辑;其中“若……则……”构成了明确的排他网关条件,符合流程语句的标注标准

程知识的自动抽取至关重要。为准确、高效地抽取诊疗流程知识，本研究设计了基于 LLMs 的流程识别和要素抽取方法，包括数据集构建、提示词设计、模型性能评估、以及流程语句中关键要素精确抽取。

研究首先检索 2023 年 1 月 1 日至 2025 年 6 月 30 日发布的临床指南，经纳入与排除标准筛选后，最终获得 157 部符合要求的中文指南。采取分层随机抽样方式，抽选出 20 部临床指南用于构建标注语料集，涵盖多学科、不同发布机构及不同诊疗环节^[21-40]，详见附件表 2。语料标注以“指南推荐意见”为最小标注单位、整句标注不拆分，最终有效语料中流程语句与非流程语句的占比为 5 : 5 或 6 : 4。标注过程由 2 位研究者独立进行，标注内容包括二分类判定、七要素标注；标注完成后，采用 Kappa 系数检验一致性，对于标注过程中出现的分歧，通过第三方专家仲裁达成共识。最终语料库进行模型及提示词组合优化、性能评估。

本研究选用中文主流 LLMs，包括 Qwen、GLM、Deepseek 系列，构建多版本提示模板，包括零样本、少样本、增强指令等策略，探究不同提示结构对模型理解复杂医疗文本能力的影响。例如，少样本提示模板的设计示例见附件图 1。模型输出结果将根据准确率、精确率、召回率及 F1 值进行评价，筛选出诊疗流程语句分类性能最优的模型与提示词组合。考虑到中文指南在语言风格与逻辑结构上的异质性可能影响抽取效能，本研究在评估模型识别结果时采用分层评估方法，从不同学科领域、不同诊疗环节、中西医结合与否等维度进行量化评估，系统探究模型在不同场景下的性能表现。

在精准识别诊疗流程语句的基础上，本研究基于预设诊疗流程本体的核心概念、属性及逻辑关系，设计结构化抽取指令，引导模型从非结构

化文本中捕获执行主体、具体操作、前提条件等关键诊疗要素，实现知识结构化转化。该过程既能优化诊疗流程表达，又可为后续 CDSS 的开发提供基础数据支撑，保障知识图谱精准反映实际诊疗中的复杂决策路径。

1.4 诊疗流程知识可视化

基于诊疗流程语句识别与要素抽取结果，本研究构建了“图谱驱动，视图映射”的诊疗流程知识可视化体系，明确了知识图谱与 BPMN 间的层级映射关系。其中，知识图谱基于本体模型构建，是诊疗流程知识的语义化表达；BPMN 是知识图谱的流程化实例化表达，可实现从静态知识到动态流程的转化。

本研究将抽取的关键要素映射至预设的诊疗流程本体，进而构建诊疗流程知识图谱；通过本体与要素的对应映射，将临床活动、决策条件、执行角色等核心要素转化为计算机可理解的结构化知识形式展示。在图谱架构中，图谱节点代表诊疗活动或决策步骤，有向边表示步骤间的顺序、条件依赖等关系，能清晰呈现诊疗流程中的复杂信息，为 CDSS 的开发提供数据基础。

与此同时，为增强知识图谱的可操作性与直观性，本研究基于急性冠脉综合征指南，引入 BPMN 作为可视化工具，将抽取的诊疗流程转化为可视化流程图，以图形化形式展示诊疗活动的执行顺序、决策条件及时间约束等关键要素，增强诊疗流程决策路径的透明度，为临床人员提供有效的决策支持，本体元素的具体映射见表 2。

研究中知识图谱的核心在于实现诊疗流程知识的语义关联表示，能够支持多维度查询、逻辑推理与知识融合。例如，可通过知识图谱查询流程中某一环节对应的临床动作、决策条件等关联信息，也可通过推理挖掘不同指南中相似诊疗流程的共性要素。而 BPMN 的核心优势则侧重于诊疗流程的可视化与可执行性表达，能够直观展示

表 2 本体与 BPMN 元素映射

Table 2. Mapping between ontology and BPMN elements

BPMN 元素	本体元素	标注标准	示例
任务/活动	临床活动	具备明确起止边界的诊疗操作单位，包含具体临床行为、执行主体	进行 12 导联心电图检查
事件	临床状态变化	发生瞬时状态变化，触发或响应特定的临床事件（如检查结果、患者症状等）	无反复胸痛、心电图和高敏肌钙蛋白水平正常，但疑似急性冠脉综合征患者
网关	临床决策点	依据条件判断分支，进行不同方案选择	若怀疑患者有进行性心肌缺血，但常规心电图无法明确诊断时，应增加导联

诊疗步骤的执行顺序、条件分支与角色分工，最终满足临床人员快速掌握诊疗路径、CDSS实现流程化决策支持的实际需求。为验证知识图谱的应用效果，本研究拟以急性冠脉综合征指南为实证对象，构建结构化的诊疗流程模型。研究设计旨在通过对比传统临床决策路径与知识图谱支持下的决策路径，系统评估该方法在优化决策效率、提升诊断准确性及改善患者治疗效果等方面的潜在价值。本研究的核心目标是将该可视化方法推广至其他疾病领域，进一步提升智能决策支持系统的普适性与实用性。

2 讨论

本研究提出的“临床实践指南诊疗流程知识可计算化框架”系统地解决了现有指南可计算化研究中的关键问题^[41]。通过对诊疗流程的核心要素进行规范化定义，结合本体建模和LLMs技术，本研究不仅明确了流程语句的识别标准，还有效提升了流程知识自动抽取的精度与效率，填补了临床实践中智能决策支持系统的应用空白^[42]。尤其是在诊疗流程的动态决策逻辑与多学科知识整合方面，本研究提出的框架具有较高的灵活性与跨领域适应性，这一优势在现有文献中尚未得到充分体现。

与现有研究相比，本研究在多个方面实现了创新。其一，现有研究多聚焦于单一疾病模型或静态决策流程建模，本研究构建的诊疗流程本体模型更注重临床决策的复杂性与多样性，强化了不同疾病背景下的适用性^[43]；其二，结合LLMs提示工程策略，本研究在医学文本流程语句识别方面取得了显著进展，不仅提升识别精度，也增强了模型的临床适用性与扩展性^[44]；其三，通过融合BPMN流程建模工具与本体建模技术，为诊疗流程可视化及智能决策提供了有效技术支撑，推动了指数的落地应用^[45]。

本研究仍存在一定局限。首先，标注语料的规模相对有限，目前用于训练与验证的数据集涵盖的指南数量和疾病类型较为有限，可能会影响模型在其他疾病或异质性指南文本中的泛化能力^[46]。其次，不同指南在撰写风格、表述习惯及结构复杂度上存在差异，也可能对流程语句识别和要素抽取的稳定性与准确性产生影响。最后，本研究所构建的框架主要依托标准指南文

本，其在真实世界数据及动态医疗场景中适用性仍需进一步评估。未来研究可通过扩展多样化指南及真实世界数据集、优化模型提示策略及增强动态更新机制等方式，进一步提升模型的临床适应性和决策精确性。

综上，本研究为临床实践指南诊疗流程知识的可计算化提供了一种系统性、可扩展的技术框架，为未来智能决策支持系统的构建和临床决策优化奠定了基础，同时也为后续跨病种、多学科的应用研究提供了可复制的方法学参考。

附件见《医学新知》官网附录 (<https://yxzx.whuznhmedj.com/futureApi/storage/appendix/202601165.pdf>)

伦理声明：不适用

作者贡献：研究指导：数据采集：阮思媛、帕尔温阿依·它力甫、朱淑琼；文章撰写与修改：阮思媛、陈健、王永博；文章审阅：王永博、黄桥、任相颖、阎思宇、靳英辉；研究指导与基金支持：靳英辉、王永博

数据获取：本研究中使用和（或）分析所有数据均包含在本文中

利益冲突声明：无

致谢：不适用

参考文献

- 1 Shekelle PG. Clinical practice guidelines: what's next? [J]. *JAMA*, 2018, 320(8): 757-758.
- 2 Cochrane LJ, Olson CA, Murray S, et al. Gaps between knowing and doing: understanding and assessing the barriers to optimal health care[J]. *J Contin Educ Health Prof*, 2007, 27(2): 94-102.
- 3 Riaño D, Bohada JA, Collado A, et al. MPM: a knowledge-based functional model of medical practice [J]. *J Biomed Inform*, 2013, 46(3): 379-387.
- 4 阮思媛, 王梓豪, 杨响响, 等. 临床实践指南实施性促进研究之八: 共病指南制定、评价及实施中的挑战与数字健康技术应对策略[J]. *医学新知*, 2026, 36(4): 361-367. [Ruan SY, Wang ZH, Yang XX, et al. Research on the promotion of clinical practice guidelines implementation (VIII): barriers in the development, assessment and implementation of guidelines for multimorbidity and countermeasures via digital health technologies[J]. *YixueXinzhizazhi*, 2026, 36(4): 361-367.]
- 5 Liu M, Zhang C, Zha Q, et al. A national survey of Chinese medicine doctors and clinical practice guidelines in China[J]. *BMC Complement Altern Med*, 2017, 17(1): 451.
- 6 Rello J, Lorente C, Bodí M, et al. Why do physicians not follow evidence-based guidelines for preventing ventilator-associated pneumonia? [J]. *Chest*, 2002, 122(2): 656-661.
- 7 Frantsve-Hawley J, Abt E, Carrasco-Labra A, et al. Strategies for developing evidence-based clinical practice guidelines to foster implementation into dental practice[J]. *J Am Dent Assoc*, 2022, 153(11): 1041-1052.
- 8 Oliart E, Rojas E, Capurro D. Are we ready for conformance checking

- in healthcare? Measuring adherence to clinical guidelines: a scoping systematic literature review[J]. *J Biomed Inform*, 2022, 130: 104076.
- 9 Uchmanowicz I, Czapla M, Lomper K, et al. Effective implementation of preventive cardiology guidelines: pathways to success[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2025, 32: zwaf448.
- 10 Savino M, Chiloiro G, Masciocchi C, et al. A process mining approach for clinical guidelines compliance: real-world application in rectal cancer[J]. *Front Oncol*, 2023, 13: 1090076.
- 11 Chen Q, Qin L, Liu J, et al. Towards reasoning era: a survey of long chain-of-thought for reasoning large language models[J]. *Sci China Inform Sci*, 2026, 69(6): 1-50.
- 12 Sheibani R, Sheibani M, Heidari-Bakavoli A, et al. The effect of a clinical decision support system on improving adherence to guideline in the treatment of atrial fibrillation: an interrupted time series study[J]. *J Med Syst*, 2017, 42(2): 26.
- 13 Martínez-Salvador B, Marcos M, Palau P, et al. A model-driven transformation approach for the modelling of processes in clinical practice guidelines[J]. *Artif Intell Med*, 2023, 137: 102495.
- 14 Peleg M. Computer-interpretable clinical guidelines: a methodological review[J]. *J Biomed Inform*, 2013, 46(4): 744-763.
- 15 Wang D, Peleg M, Tu SW, et al. Representation primitives, process models and patient data in computer-interpretable clinical practice guidelines: a literature review of guideline representation models[J]. *Int J Med Inform*, 2002, 68(1-3): 59-70.
- 16 Lawal AK, Rotter T, Kinsman L, et al. What is a clinical pathway? Refinement of an operational definition to identify clinical pathway studies for a Cochrane systematic review[J]. *BMC Med*, 2016, 14: 35.
- 17 Kinsman L, Rotter T, James E, et al. What is a clinical pathway? Development of a definition to inform the debate[J]. *BMC Med*, 2010, 8: 31.
- 18 Noy NF, McGuinness DL. Ontology development 101: a guide to creating your first ontology[EB/OL]. (2001) [2025-12-01]. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Guide-to-Creating-Your-First-Ontology-Noy-Mcguinness/6880c6d21d1fd1425563c06baf22d26ba1ab6ef>.
- 19 Wang Y, Ren X, Gao K, et al. Ontology of clinical practice guidelines for integrated traditional Chinese and Western medicine[J]. *J Evid Based Med*, 2024, 17(3): 604-614.
- 20 Natschläger C. Towards a BPMN 2.0 Ontology[EB/OL]. (2011) [2025-12-01]. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:8316864>.
- 21 中华医学会肠外肠内营养学分会, 中国医师协会外科医师分会临床营养专家工作组. 成人肠外营养脂肪乳注射液临床应用指南(2023 版)[J]. *中华消化外科杂志*, 2023, 22(11): 1281-1294. [Chinese Society of Parenteral and Enteral Nutrition, Clinical Nutrition Expert Working Group of Surgical Branch of Chinese Medical Doctor Association. Guidelines for clinical application of parenteral nutrition fat emulsion injection in adults (2023 edition)[J]. *Chinese Journal of Digestive Surgery*, 2023, 22(11): 1281-1294.]
- 22 中华医学会肠外肠内营养学分会. 成人脓毒症患者医学营养治疗指南(2025 版)[J]. *中华医学杂志*, 2025, 105(7): 510-528. [Chinese Society of Parenteral and Enteral Nutrition. Guidelines for medical nutrition therapy in adult patients with sepsis (2025 edition)[J]. *National Medical Journal of China*, 2025, 105(7): 510-528.]
- 23 王庆德, 贺园, 陈伯华, 等. 成人强直性脊柱炎合并下颈椎骨折临床诊疗指南(2024 版)[J]. *中华创伤杂志*, 2024, 40(2): 97-106. [Wang QD, He Y, Chen BH, et al. Clinical diagnosis and treatment guidelines for adult ankylosing spondylitis complicated with lower cervical spine fracture (2024 edition)[J]. *Chinese Journal of Trauma*, 2024, 40(2): 97-106.]
- 24 张嘉男, 陈伯华, 初同伟, 等. 成人强直性脊柱炎合并胸腰椎骨折临床诊疗指南(2023 版)[J]. *中华创伤杂志*, 2023, 39(3): 204-213. [Zhang JN, Chen BH, Chu TW, et al. Clinical diagnosis and treatment guidelines for adult ankylosing spondylitis complicated with thoracolumbar fracture (2023 edition)[J]. *Chinese Journal of Trauma*, 2023, 39(3): 204-213.]
- 25 熊元, 米博斌, 闫晨晨, 等. 创伤骨科慢性难愈性创面诊疗指南(2023 版)[J]. *中华创伤杂志*, 2023, 39(6): 481-493. [Xiong Y, Mi BB, Yan CC, et al. Diagnosis and treatment guidelines for chronic refractory wounds in trauma orthopedics (2023 edition)[J]. *Chinese Journal of Trauma*, 2023, 39(6): 481-493.]
- 26 葛龙, 李镜, 尚文茹, 等. 非手术疗法治疗腰椎间盘突出症的循证实践指南[J]. *中国循证医学杂志*, 2024, 24(2): 125-148. [Ge L, Li J, Shang WR, et al. Evidence-based practice guidelines for non-surgical treatment of lumbar disc herniation[J]. *Chinese Journal of Evidence-Based Medicine*, 2024, 24(2): 125-148.]
- 27 方雨, 王安琪, 李旭, 等. 进行性假肥大性肌营养不良的糖皮质激素治疗循证指南(2025 版)[J]. *国际神经病学神经外科学杂志*, 2025, 52(2): 8-22. [Fang Y, Wang AQ, Li X, et al. Evidence-based guidelines for glucocorticoid treatment of Duchenne muscular dystrophy (2025 edition)[J]. *Journal of International Neurology and Neurosurgery*, 2025, 52(2): 8-22.]
- 28 国家重点研发计划《老年失能分类评估标准体系及预警模型研究》项目专家组. 老年失能分类评估标准指南(2023 版)[J]. *国际神经病学神经外科学杂志*, 2024, 51(3): 245-258. [Expert Group of the Chinese National Key Research and Development Program of "Research on the Standard System and Early Warning Model for Categorical Assessment of Disability in Old Age". Guidelines for categorical assessment of disability in old age (2023 edition)[J]. *Journal of International Neurology and Neurosurgery*, 2024, 51(3): 245-258.]
- 29 中国医师协会妇产科医师分会妇科肿瘤学组. 中国医师协会微创医学专业委员会妇科肿瘤学组. 卵巢透明细胞癌临床诊疗指南(2024 年版)[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2024, 40(12): 1001-1010. [Gynecologic Oncology Group of Obstetrics and Gynecology Branch of Chinese Medical Doctor Association, Gynecologic Oncology Group of Micro-Invasive Medicine Professional Committee of Chinese Medical Doctor Association. Clinical diagnosis and treatment guidelines for ovarian clear cell carcinoma (2024 edition)[J]. *Chinese Journal of Practical Gynecology and Obstetrics*, 2024, 40(12): 1001-1010.]
- 30 孙其鹏, 巨春蓉, 罗子寰, 等. 肾脏移植受者非结核分枝杆菌病临床诊疗指南[J]. *器官移植*, 2024, 15(5): 712-725. [Sun QP, Ju CR, Luo ZH, et al. Clinical diagnosis and treatment guidelines for non-tuberculous mycobacterial disease in kidney transplant recipients[J]. *Organ Transplantation*, 2024, 15(5): 712-725.]
- 31 中华医学会器官移植学分会. 肾脏移植受者术后切口并发症临床诊疗指南[J]. *中华器官移植杂志*, 2025, 46(4): 261-275. [Chinese Society of Organ Transplantation. Clinical diagnosis and treatment guidelines for incision complications after kidney transplantation[J]. *Chinese Journal of Organ Transplantation*, 2025, 46(4): 261-275.]
- 32 阮祥燕. 医源性早发性卵巢功能不全临床治疗与管理指南(2025 年版)[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2025, 41(1): 76-87. [Ruan XY. Guidelines for clinical treatment and management of iatrogenic premature ovarian insufficiency (2025 edition)[J]. *Chinese Journal of Practical Gynecology and Obstetrics*, 2025, 41(1): 76-87.]
- 33 中国老年保健协会骨关节分会. 早期膝关节炎诊断与非手术治疗指南(2024 版)[J]. *中华医学杂志*, 2024, 104(31): 2895-2909. [Osteoarticular Branch of China Association of Geriatric Health Care. Guidelines for diagnosis and non-surgical treatment of early knee

- osteoarthritis (2024 edition)[J]. National Medical Journal of China, 2024, 104(31): 2895-2909.]
- 34 《中成药治疗优势病种临床应用指南》标准化项目组. 中成药治疗肠易激综合征临床应用指南[J]. 中国中西医结合杂志, 2025, 45(2): 133-139. [Standardization Project Group of "Clinical Application Guidelines for Dominant Diseases Treated by Chinese Patent Medicine". Clinical application guidelines for Chinese patent medicine in treatment of irritable bowel syndrome[J]. Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine, 2025, 45(2): 133-139.]
- 35 《中成药治疗优势病种临床应用指南》标准化项目组. 中成药治疗眩晕相关疾病临床应用指南(2022年)[J]. 中国中西医结合杂志, 2023, 43(10): 1153-1160. [Standardization Project Group of "Clinical Application Guidelines for Dominant Diseases Treated by Chinese Patent Medicine". Clinical application guidelines for Chinese patent medicine in treatment of vertigo-related diseases (2022)[J]. Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine, 2023, 43(10): 1153-1160.]
- 36 孙同文, 张西京, 黎毅敏, 等. 中国成人急性呼吸窘迫综合征(ARDS)诊断与非机械通气治疗指南(2023)[J]. 中国研究型医院, 2023, 10(5): 9-24. [Sun TW, Zhang XJ, Li YM, et al. Guidelines for diagnosis and non-mechanical ventilation treatment of acute respiratory distress syndrome (ARDS) in Chinese adults (2023) [J]. Chinese Research Hospitals, 2023, 10(5): 9-24.]
- 37 中华医学会器官移植学分会肝移植学组. 中国肝癌肝移植受者西罗莫司临床应用指南(2024版)[J]. 中华移植杂志(电子版), 2024, 18(6): 401-410. [Liver Transplantation Group of Chinese Society of Organ Transplantation. Guidelines for clinical application of sirolimus in liver transplant recipients with hepatocellular carcinoma in China (2024 edition)[J]. Chinese Journal of Transplantation(Electronic Edition), 2024, 18(6): 401-410.]
- 38 国家癌症中心, 中国医师协会胸外科医师分会, 中华医学会胸心血管外科学分会, 等. 中国可切除食管癌围手术期诊疗实践指南(2023版)[J]. 中华医学杂志, 2023, 103(33): 2552-2570. [National Cancer Center, Chinese Association of Thoracic Surgeons, Chinese Society of Cardiothoracic Surgery, et al. Practice guidelines for perioperative diagnosis and treatment of resectable esophageal cancer in China (2023 edition)[J]. National Medical Journal of China, 2023, 103(33): 2552-2570.]
- 39 中华医学会器官移植学分会. 中国肾脏移植多重耐药细菌感染临床诊疗指南(2023版)[J]. 中华器官移植杂志, 2024, 45(11): 729-751. [Chinese Society of Organ Transplantation. Clinical diagnosis and treatment guidelines for multidrug-resistant bacterial infection in kidney transplantation in China (2023 edition)[J]. Chinese Journal of Organ Transplantation, 2024, 45(11): 729-751.]
- 40 张健, 林俊, 胡小鹏, 等. 中国肾脏移植受者高血压临床诊疗指南[J]. 器官移植, 2024, 15(4): 509-532. [Zhang J, Lin J, Hu XP, et al. Clinical diagnosis and treatment guidelines for hypertension in kidney transplant recipients in China[J]. Organ Transplantation, 2024, 15(4): 509-532.]
- 41 Peleg M, Tu S, Bury J, et al. Comparing computer-interpretable guideline models: a case-study approach[J]. J Am Med Inform Assoc, 2003, 10(1): 52-68.
- 42 Alman A, Maggi FM, Montali M, et al. Monitoring hybrid process specifications with conflict management: an automata-theoretic approach[J]. Artif Intell Med, 2023, 139: 102512.
- 43 Boxwala AA, Peleg M, Tu S, et al. GLIF3: a representation format for sharable computer-interpretable clinical practice guidelines[J]. J Biomed Inform, 2004, 37(3): 147-161.
- 44 Ong CS, Obey NT, Zheng Y, et al. SurgeryLLM: a retrieval-augmented generation large language model framework for surgical decision support and workflow enhancement[J]. NPJ Digit Med, 2024, 7(1): 364.
- 45 Madhusanka S, Walisadeera A, Dantanarayana G, et al. An ontological clinical decision support system based on clinical guidelines for diabetes patients in Sri Lanka[J]. Healthcare, 2020, 8(4): 573.
- 46 Jeon S, Kim HG. A comparative evaluation of chain-of-thought-based prompt engineering techniques for medical question answering[J]. Comput Biol Med, 2025, 196:110614.

收稿日期: 2026年01月28日 修回日期: 2026年03月16日
 本文编辑: 杨燕 曹越

引用本文: 阮思媛, 陈健, 帕尔温阿依·它力甫, 等. 临床实践指南实施性促进研究之九: 临床实践指南诊疗流程知识可计算化与知识图谱构建框架设计[J]. 医学新知, 2026, 36(5): 487-494. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202601165.

Ruan SY, Chen J, Talifu P, et al. Research on the promotion of clinical practice guidelines implementation (IX): a framework design for computable formalization of diagnostic and therapeutic process knowledge and construction of knowledge graphs in clinical practice guidelines[J]. Yixue Xinzhi Zazhi, 2026, 36(5): 487-494. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202601165.