·教育研究·

原型理论在临床推理教学中的意义和应用

任晓非[1]　王继年[2]

[1]安徽医科大学第一附属医院消化内科，合肥 230022；[2]安徽医科大学第一附属医院教育处，合肥 230022

通信作者：王继年，Email：ayfyjnw@163.com

【摘要】 原型理论认为，医生记忆中存在具有代表性特征的疾病原型，临床疾病诊断主要根据与这些疾病原型的相似性进行匹配分类。基于原型理论的案例教学法有助于促进医学生在记忆中创建疾病原型，从而提高医学生的临床推理能力。在原型相似性理论基础上进行的原型创建和原型学习，可用于人工智能辅助教学。样例理论能够弥补原型构建过程中可能出现的特定信息丢失的缺点。应用原型理论必须与我国医学教学实践相结合，因此开展基于原型理论的临床推理教学将是未来重要的研究方向。

【关键词】 原型理论；　知识；　概念；　临床推理；　诊断；　人工智能

【中图分类号】 R-05

基金项目：安徽省教育厅2023年度高等学校省级质量工程项目（2023jyxm1109）

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20240718-02045

Significance and application of prototype theory in clinical reasoning education

Ren Xiaofei[1], Wang Jinian[2]

[1]Department of Gastroenterology, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China; [2]Department of Education, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China

Corresponding author: Wang Jinian, Email: ayfyjnw@163.com

【Abstract】 The prototype theory holds that there are disease prototypes with a series of representative characteristics in the memory of doctors, and clinical disease diagnosis is mainly based on the similarity with these disease prototypes. The case-based teaching method based on prototype theory can facilitate the medical students to create disease prototypes in their memory, thereby enhancing their clinical reasoning ability. Prototype creation and prototype learning based on prototype resemblance theory can be used in artificial intelligence-assisted teaching. The example theory can make up for the loss of specific information during prototype construction. The application of prototype theory must be combined with the practice of medical teaching in China, and the development of clinical reasoning education based on prototype theory is an important research direction in the future.

【Key words】 Prototype theory; Knowledge; Concept; Clinical reasoning; Diagnosis; Artificial intelligence

Fund program: Provincial Quality Project of Colleges and Universities in 2023, Anhui Provincial Department of Education (2023jyxm1109)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20240718-02045

临床推理研究本质上是对人类行为和认知领域的研究，其心理过程包括：感知情境特征，快速作出相关诊断假设，根据患者的症状、体征来确认或排除各种诊断假设，然后运用相关知识进行恰当的

检查和治疗[1]。医学知识与临床推理密切相关[2]。医学知识以知识结构的形式存在于长期记忆中，这些结构是由累积的临床经验所建立并完善的，知识结构是专家表现的关键特征[3]。知识由概念组成，而概念是构成人类知识世界的基本单元。概念理论包括经典概念理论、原型理论、样例理论及知识理论等[4]。本文重点分析原型理论与疾病诊断推理之间的关系，并在此基础上进一步探讨原型理论在临床推理能力培养教学中的应用及其意义。

1　原型理论和疾病原型

在探讨概念的原型理论之前，经典理论占据主导地位。该理论认为，同一概念的所有成员都拥有规定的共同特征或属性，且概念之间的界限是清晰的[2]。例如，“贫血”的定义为“人体外周血红细胞容量减少，即单位容积内血红蛋白、红细胞和/或红细胞比积低于正常参考值下限”，根据这一标准，可以区分出贫血患者。而概念的原型理论则起源于哲学家维特根斯坦提出的家族相似性理论[5]。美国心理学家 Rosch 在此基础上进一步提出，概念是围绕原型所构建的。原型包含了该概念中最常见的一组特征，但这些特征并不需要出现在同一概念的所有成员中。因此，其边界具有模糊性，并且同一概念的成员在典型性或代表性方面有所不同[2]。典型性的差异使得概念具有一种集中趋势的内部结构，其中中心成员比外围成员更具有典型性，从而产生了概念成员之间的“典型性梯度”，即从非常典型到非常非典型，而最核心的成员被视为原型。大多数人类疾病并不能被明确定义，因为并非所有患有某种疾病的患者都会表现出该疾病特征的所有体征和症状[5-6]，例如疾病“红斑狼疮”“肝炎”等就存在这种情况。

疾病原型被定义为对特定疾病症状和体征的概括性或抽象性描述，其形成始于在课堂教学中介绍特定疾病特征性的症状和体征，并随着学习者逐渐接触更多患有该疾病的患者而不断完善[6]。疾病原型可以是一个实际案例或虚拟案例。作为描述医学知识的一种形式，疾病原型长期存储在医生的语义记忆中[2]。

2　疾病诊断的心理学和哲学背景

分类是人类将世界划分为不同类别并学习概念的过程。认知心理学家认为，疾病诊断是一种分类行为。医生根据患者的临床症状和体征，将患者的疾病划分为不同的类别。一旦临床医生将患者的疾病归为某一类别后，则利用相关医学知识进一步制订诊断计划、治疗方案，并判断预后[6]。因此，医生对疾病的分类在临床推理过程中发挥着核心作用。

从医学分析哲学的角度来看，诊断过程主要分为两种类型[7]：病理生理学诊断，也称为因果诊断，是指医生利用病理生理学知识，对困扰患者的病理现象进行解释的诊断方法。其基础是对疾病的反向病因学解释。而疾病分类学诊断则更多地关注“典型”的临床综合征，医生通过分析比较患者的临床症状和体征与已知疾病的各种临床特征的相似性来得出诊断，此过程无须解释潜在的发病机制。医生在初次接诊患者进行疾病诊断时，主要依据患者的临床症状和体征进行疾病分类学诊断。由于大多数疾病具有原型相似性特点，缺乏独特的临床体征和症状，且同一疾病可以出现数十到数百种不同的体征和症状组合，疾病表现可以从非常典型到非常不典型，因此鉴别诊断是一项困难且容易出错的分类任务[5]。

3　原型理论与临床诊断推理

每一个原型就是一个认知参照点，能使医生围绕原型进行相关推理。这种推理是建立在参考原型相似性类比基础上的。医生决定某一种临床综合征是否属于某一特定疾病，是通过判断患者疾病的临床属性与疾病原型中的特征性属性之间的相似性来进行分类的。临床医生从原型开始，沿着“共同特征”的路径，从最典型的成员到最不典型的成员进行分析[2]。临床推理是通过两个不同但相互关联的认知系统来完成的[6]，即系统 1 和系统 2。系统 1 思维被称为非分析性思维，它利用模式识别、直觉和经验毫不费力地进行推理，以快速得出诊断。系统 2 思维即分析性思维，是一种更有意识的、分析的或“基于规则”的思维方式。

通过原型进行临床推理的过程如下：系统 1 使用分类推理机制进行比较和对比，即将新病例中的体征和症状集的相似性与记忆中存储的每种疾病原型进行比较，从而确定哪一种疾病原型与新病例中的体征和症状模式完全匹配或最相似。与最佳匹配的疾病原型相关的疾病被作为新病例的诊断[5]。系统 2 则利用以规则形式从语义记忆中构建

和/或检索的知识，并基于这些规则，以概率为基础，推断出引起患者体征和症状的最可能的疾病。虽然分析性思维通常从病理生理学角度来解释相关症状和体征，但在临床过程中，医生往往是基于临床经验进行分析。随着医生接触到更多的患有特定疾病的患者，医生开始估算每一种相关体征和症状在患有该病的患者群体中出现的相对频率。这些基于特征频率的疾病原型被存储在语义记忆中[5]。随后，基于这些临床经验，医生采用“如果/那么”的规则用于临床推理分析[6]。

4　原型理论在临床推理教学中的应用

在医学以外的各个领域的研究发现表明，最初的学习案例应该是具有典型特征的原型，这样分类学习便会更容易、更准确[2]。Georges Bordage 在早期的心理实验中也证实了医生记忆中存在原型，并且在自由回忆实验中发现，首先回忆起的疾病比后来回忆的疾病更具代表性，拥有更多的共同属性（家族相似性），并且比外围成员回忆得更快、更准确[8]。这就提示医学生在学习时应该首先掌握一些关键疾病和病因。例如，对于急性腹痛，教师需要教授学生重点掌握的几个常见病因，如急性胰腺炎、消化道穿孔等，而无需要求掌握教科书中列出的所有病因。在课程设置上，最初的教学内容也应该是教授有代表性的疾病[2,8]。

其次，Rosch 提出了原型的基本层次理论，即在基本层次概念（原型）之上，是更抽象、更具概括性的上级层次；在基本层次概念之下，是更具体的下级层次。目前研究表明，在概念学习过程中存在基本层次优势[2,8]。例如，医学生最好首先掌握基本层次水平的疾病，如心绞痛，而不是缺血性疾病（上级层次过于宽泛），或变异性心绞痛（下级层次过于具体）。因此，为了促进临床前医学生在记忆中形成疾病原型，最初学习的病例应该为最具代表性的案例，并应该是基于基本层次水平的疾病。

另外一些研究表明，对于特定病例的“典型性”程度会影响原型驱动的诊断推理的表现，即病例表现越典型，就越有可能被正确诊断；越不典型，正确诊断的可能性就越低[9]。从原型理论的角度来看，典型性梯度的存在是设计医学教学和评估程序中的重要考虑因素之一。因此，教育工作者需要构建每种疾病的不同典型性（从原型/容易到不典型/困难）的各种案例。国外研究显示，在临床前教学中使用 4~5 个代表每种疾病不同典型性程度的案例，可以提高医学生的鉴别诊断能力[6]。因此，只有通过学习各种各样的病例，积累临床经验，才能促进疾病原型的形成。当前培养临床推理能力的主要方法是案例教学法[10-11]，该方法在一定程度上也是通过帮助学生积累一定数量的经典病例来创建自己的疾病原型。然而，在具体教学中，如何选择有代表性的病例，以及每一种疾病需要几例进行教学才能让学生将疾病原型保存到长期记忆中，这些问题有待于进一步研究。

5　基于原型理论的人工智能在临床推理教学中的应用

基于人类解决问题的认知心理学研究，人工智能计算机模型被建立并用于模拟临床推理过程。其中，原型是获取医学知识的最经济的方式，可将其作为医学知识库的核心表示形式加以应用。如何从海量的案例数据中创建疾病原型，并将其应用于人工智能诊断，是非常关键的问题。在早期的人工智能诊断系统中，原型的选择往往来源于专家咨询意见，例如 GS.52（基于原型的畸形综合征诊断支持系统）[12]。当前，有更多、更复杂的算法被用于原型创建和原型学习，但本质上这些算法主要是通过度量相似性来进行计算的[13]。Tversky、Rosch 及 Mervis 均建立了数学模型，用于相似性的认知测量[11]。采用 GS.52 系统，研究者分别评估了 Tversky 的相似度测量方法和 Rosch 与 Mervis 的相似度测量方法，结果表明这两种测量方法均具有较好的诊断效能[12]。

基于人工智能的鉴别诊断研究工具——知识库推理工具（knowledge-based inference tool，KBIT）主要用于开发和调查基于计算机的知识库结构模型及医生的诊断决策过程[14]。该项目的设计与原型理论的基本原则相一致，KBIT 运用了多种人工智能算法，包括：将专家针对给定问题及其相关疾病鉴别的知识库转换为基于网络的教学工具；构建疾病原型，并整理针对该问题及用于鉴别该疾病的大量实践案例；对所构建的案例进行典型性评估；利用典型性评估值对每种病例的临床表现进行排序（从最典型到最不典型）；构建并提供形成性/对比性、模式识别导向的反馈，以解决每个学生在特定实践案例中的诊断错误。KBIT 主要以条件概率估算作为创建复杂结构（症状权重和疾病原型）的基础。关

于KBIT的具体教程，可以参考国外相关网站。国外研究显示，与传统专家教授的课堂教学相比，基于认知科学的KBIT教学方法能明显提高医学生的鉴别诊断能力[14]。

6　思考与建议

虽然从具体案例到原型概括具有生成一般知识的优势，但也可能导致特定信息的丢失，忽视了疾病本身之间的差异性和多样性。例如，罕见疾病或常见疾病的非典型表现在临床中较为少见，这使得医学生难以通过积累大量病例来形成疾病的原型并存储在记忆中。此时，样例理论可以作为原型理论的补充[7]。因此，在教学过程中，可以将这两种理论结合起来，根据具体需求和情境选择合适的理论指导教学实践。

在国外，原型理论用于临床推理教学已有较多的研究，而国内该理论主要应用于语言学领域，缺少在医学教育学方面的研究。国外的研究结果是否一定适合我国的临床推理教学，值得进一步探讨。然而，我们可以借鉴原型理论来指导教学。在开展临床推理教学前，临床教师应该学习临床推理的基本理论和技能，学生也应具备一定的医学知识储备。接着，在医学生进入临床见习和实习早期阶段，可选择常见疾病进行教学，学习常见疾病的典型表现有助于学生初步构建疾病原型。教师在备课时需要明确每个案例的核心教学点，并共同讨论疾病原型的主要特征，例如急性胰腺炎的原型特征包括进食大量油腻食物、存在胆结石、急性持续性上腹痛、淀粉酶升高等。然后在教学中有意识地强调这些特征，并将其与需要鉴别诊断的疾病原型特征进行比较和对照。通过这一阶段的病例教学，可以使学生在后续的实践中快速识别常见疾病模式。后期教学则着重于常见疾病的非典型表现和少见疾病的典型表现，从而不断完善学生记忆中的疾病原型。国外较早地将人工智能技术应用于临床推理教学，但完全照搬国外的教学系统是否符合中国学生的思维习惯，目前尚不明确。另外，国外学者建议医生也应该学习基本的人工智能技术[15]，理解这些技术有助于将原型理论与计算机科学相结合，开发出符合中国医学生思维特点的教学系统。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　任晓非：提出论文构思、撰写论文、审订论文；王继年：总体把关、审订论文

参考文献

[1] Thampy H, Willert E, Ramani S. Assessing clinical reasoning: targeting the higher levels of the pyramid [J]. J Gen Intern Med, 2019, 34(8): 1631-1636. DOI: 10.1007/s11606-019-04953-4.

[2] Bordage G, Zacks R. The structure of medical knowledge in the memories of medical students and general practitioners: categories and prototypes [J]. Med Educ, 1984, 18(6): 406-416. DOI: 10.1111/j.1365-2923.1984.tb01295.x.

[3] Diogo PG, Pereira VH, Papa F, et al. Semantic competence and prototypical verbalizations are associated with higher OSCE and global medical degree scores: a multi-theory pilot study on year 6 medical student verbalizations [J]. Diagnosis (Berl), 2023, 10(3): 249-256. DOI: 10.1515/dx-2021-0048.

[4] 李德毅. 人工智能导论[M]. 北京：中国科学技术出版社，2018：12.

[5] Sadegh-Zadeh K. The prototype resemblance theory of disease [J]. J Med Philos, 2008, 33(2): 106-139. DOI: 10.1093/jmp/jhn004.

[6] Papa FJ. A dual processing theory based approach to instruction and assessment of diagnostic competencies [J]. Med Sci Educ, 2016, 26(4): 787-795. DOI: 10.1007/s40670-016-0326-8.

[7] Gagliardi F. Nosological diagnosis, theories of categorization, and argumentations by analogy [J]. J Med Philos, 2022, 47(2): 311-330. DOI: 10.1093/jmp/jhab048.

[8] Bordage G. Prototypes and semantic qualifiers: from past to present [J]. Med Educ, 2007, 41(12): 1117-1121. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2007.02919.x.

[9] Papa FJ, Li F. Evidence of the preferential use of disease prototypes over case exemplars among early year one medical students prior to and following diagnostic training [J]. Diagnosis (Berl), 2015, 2(4): 217-225. DOI: 10.1515/dx-2015-0024.

[10] ten Cate O, Custers EJ, Durning SJ, et al. Approaches to assessing the clinical reasoning of preclinical Students. principles and practice of case-based clinical reasoning education: a method for preclinical students [Internet] [M]. Cham (CH): Springer, 2018: Chapter 5. DOI: 10.1007/978-3-319-64828-6_5.

[11] 嵇丽，李丽. 实习前医学生临床思维能力教学的研究进展[J]. 中华医学教育探索杂志，2024，23(7)：910-914. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20221205-01803.

[12] Schmidt R, Gierl L. Medical case-based reasoning systems: experiences with architectures for prototypical cases [J]. Stud Health Technol Inform, 2001, 84(Pt 1): 518-522. DOI: 10.3233/978-1-60750-928-8-518.

[13] 张幸幸，朱振峰，赵亚威，等. 机器学习中原型学习研究进展[J]. 软件学报，2022，33(10)：3732-3753. DOI: 10.13328/j.cnki.jos.006365.

[14] Papa FJ, Oglesby MW, Aldrich DG, et al. Improving diagnostic capabilities of medical students *via* application of cognitive sciences-derived learning principles [J]. Med Educ, 2007, 41(4): 419-425. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2006.02693.x.

[15] Ng FYC, Thirunavukarasu AJ, Cheng H, et al. Artificial intelligence education: an evidence-based medicine approach for consumers, translators, and developers [J]. Cell Rep Med, 2023, 4(10): 101230. DOI: 10.1016/j.xcrm.2023.101230.

（收稿日期：2024-07-18）

（本文编辑：邬小梅）