

人工智能辅助肺炎支原体感染快速诊断的临床价值与应用路径

王 敏

湘雅常德医院 湖南 常德 415000

【摘 要】：肺炎支原体感染是儿童及青少年社区获得性肺炎的重要病因。其早期症状、炎症反应和影像表现与病毒性肺炎及其他细菌性肺炎存在较多重叠，单靠某一项指标往往难以及时判断病原。血清学、核酸扩增和胸部影像检查各有优势，也受到病程、采样质量及结果判读等因素影响。人工智能可整合症状、实验室指标和影像信息，为早期筛查、病原辅助鉴别及风险判断提供新的技术支持。本文结合现有文献，分析常规临床数据、胸部 X 线与 CT 影像在快速诊断中的应用价值，并讨论其在门急诊初筛、病原学确认及重症、难治性肺炎预警中的应用路径。现阶段，人工智能更适合作为临床决策辅助工具，后续仍需通过规范数据采集、多中心验证和真实世界评价提高模型的临床适用性。

【关键词】：肺炎支原体；人工智能；快速诊断；机器学习；胸部影像；临床决策

DOI:10.12417/2705-098X.26.18.066

1 肺炎支原体感染快速诊断的现实需求

肺炎支原体是儿童社区获得性肺炎的常见病原，学龄儿童和青少年更为多见。患儿常以发热、咳嗽、咽痛和乏力起病，与流感病毒、呼吸道合胞病毒及其他细菌感染缺乏明显区分。部分患儿肺部体征并不突出，但影像病变已经较明显；少数患儿还可在短时间内出现持续高热、肺实变、胸腔积液甚至肺外并发症^[1-2]。医生既要尽快判断是否存在肺炎支原体感染，也要及早识别可能进展的高风险患儿。

目前常用检查包括血清学、核酸扩增以及胸部 X 线或 CT。血清学检测操作方便，但感染早期单次检测可能为阴性；核酸扩增能够直接检出病原核酸，却仍受标本质量、采样部位和病程阶段影响^[1]。胸部影像可反映肺部受累范围，却难以单独确定病原。临床所需的“快速诊断”，实质上是尽快把症状、病程、实验室指标和影像资料整合起来，再据此安排后续检查和观察重点。

2 常规临床数据的智能整合价值

患儿进入门急诊后，年龄、发热天数、血常规、C 反应蛋白和乳酸脱氢酶等资料通常可以较快获得。传统判断依赖医生综合分析，但多个变量之间的关系未必能用简单阈值解释。机器学习可以同时处理多项指标，并从既往病例中识别具有一定规律的特征组合。

Peng 等利用儿童常规血液指标建立机器学习模型，用于鉴别肺炎支原体肺炎与非肺炎支原体肺炎，结果说明常规检验数据经过整合后具有一定早期筛查价值^[3]。这类模型无需额外增加复杂检查，较适合嵌入门急诊流程。模型若提示风险较高，医生可优先安排核酸检测，并根据症状和体征决定是否完善胸部影像；风险较低且病情较轻的患儿，则可结合病程继续观察。AI 在这一环节承担的是信息整理和风险提示，而不是替代病原学确诊。

此外，同一指标在不同年龄和病程阶段所代表的意义并不

完全相同。不同医院的检验设备、参考范围和患儿构成也存在差异。模型若仅在单中心数据中开发，进入其他医院后可能出现性能下降。可靠的病原学标准、统一的数据定义和规范的数据处理，是此类模型保持稳定性的基础。

3 影像人工智能对病原辅助鉴别的意义

胸部 X 线和 CT 是肺炎患儿常见的影像学检查。肺炎支原体肺炎可出现支气管周围改变、斑片状浸润、肺实变和胸腔积液，但这些表现与其他病原所致肺炎常有交叉。深度学习能够从影像中提取纹理、边缘、密度及空间分布等复杂特征，为常规判读补充信息。

Lan 等采用迁移学习卷积神经网络分析儿童胸部 X 线片，尝试从影像中识别肺炎支原体肺炎特征^[4]。Wang 等则利用 CT 影像组学特征建立分类模型，对肺炎支原体肺炎与肺炎链球菌肺炎进行区分，也获得了一定鉴别效果^[5]。两项工作的技术路线不同，但都说明影像中包含一定的病原相关信息。临床使用时，这类结果更适合作为诊断线索，与症状、实验室检查和病原学结果共同判断，而不宜直接替代病原确诊。

CT 的另一项优势是病灶定量。算法可通过自动分割计算肺实变、磨玻璃影等病变范围，把较为主观的影像描述转化为连续数据。随后再结合体温、炎症指标和病程变化，医生便可同时观察病原可能性和病情严重程度。影像模型仍会受到设备、层厚、重建方式和患儿体位影响，多中心、多设备验证仍不可缺少。

4 从早期识别延伸至重症和难治性风险预警

对儿科医生而言，明确病原只是诊疗的一部分。持续高热、肺实变范围扩大以及常规治疗后改善不明显，往往更需要提前警惕。Ye 等根据学龄期儿童的临床资料和实验室指标建立重症肺炎支原体肺炎预测模型，为早期识别重症倾向提供了参考^[6]。Qian 等把 AI 自动获取的 CT 定量特征加入临床指标，用于难治性肺炎支原体肺炎的识别，结果说明影像定量信息可进一步

提高风险分层能力^[7]。

如果把模型放回实际诊疗流程，其用途可以自然分成前后两个阶段。患儿初诊时，模型主要协助判断肺炎支原体感染的可能性，帮助医生确定哪些患者需要尽快完善病原学检查；诊断基本明确后，模型再结合炎症指标、影像范围和病程变化，对重症或难治性风险作进一步评估。前后两个阶段关注点不同，分别建模比让一个模型承担所有任务更符合临床实际。

5 AI 辅助快速诊断的临床应用

较现实的做法，是让 AI 嵌入现有诊疗流程，而不是额外增加一套独立操作。患儿首次就诊时，医生仍按常规完成病史采集、体格检查和实验室检查，系统随后读取相关数据并生成风险提示。风险较高者可优先安排核酸检测；是否进行胸部 X 线或 CT，则继续由医生根据症状、体征和病情决定。病原学和影像资料逐步获得后，系统可再次更新重症及难治性肺炎风险。若患儿存在耐药可能或病程复杂，医生仍应结合相关诊疗共识处理^[8]。

模型输出形式同样影响临床使用。单独给出一个概率，医生很难判断其依据是否可靠；如果系统同时显示持续发热、炎症指标异常或肺实变范围等主要影响因素，结果会更容易解释。若模型提示高风险而核酸检测阴性，医生还需回看采样时机、标本质量、其他病原结果及后续病情变化，不能脱离临床背景单独使用算法结果。

参考文献：

- [1] Subspecialty Group of Respiratory,the Society of Pediatrics,Chinese Medical Association,et al.Evidence-based guideline for the diagnosis and treatment of Mycoplasma pneumoniae pneumonia in children(2023).Pediatr Investig,2025,9(1):1-11.
- [2] Yun KW.Community-acquired pneumonia in children:updated perspectives on its etiology,diagnosis,and treatment.Clin Exp Pediatr, 2024,67(2):80-89.
- [3] Peng X,Liu Y,Zhang B,et al.A preliminary prediction model of pediatric Mycoplasma pneumoniae pneumonia based on routine blood parameters by using machine learning method.BMC Infect Dis,2024,24:707.
- [4] Lan XH,Zhang YX,Yuan WH,et al.Image-based deep learning in diagnosing mycoplasma pneumonia on pediatric chest X-rays.BMC Pediatr,2024,24:720.
- [5] Wang D,Zhao J,Zhang R,et al.The value of CT radiomic in differentiating Mycoplasma pneumoniae pneumonia from Streptococcus pneumoniae pneumonia with similar consolidation in children under 5 years.Front Pediatr,2022,10:953399.
- [6] Ye Y,Gao Z,Zhang Z,et al.A machine learning model for predicting severe Mycoplasma pneumoniae pneumonia in school-aged children.BMC Infect Dis,2025,25:570.
- [7] Qian Y,Tao Y,Wu L,et al.Model based on the automated AI-driven CT quantification is effective for the diagnosis of refractory Mycoplasma pneumoniae pneumonia.Sci Rep,2024,14:16172.
- [8] Wang YS,Zhou YL,Bai GN,et al.Expert consensus on the diagnosis and treatment of macrolide-resistant Mycoplasma pneumoniae pneumonia in children.World J Pediatr,2024,20:901-914.

6 临床应用评价与限制

目前相关文献中，单中心、回顾性设计仍较常见。不同医院在人群构成、检验平台、影像设备和病原学检测策略上存在差别，同一个模型在开发中心表现理想，换到另一家医院后未必还能保持原有水平。数据划分方式也会影响结果。如果同一患儿不同时间点的资料分别进入训练集和验证集，模型性能可能被高估，因此更合理的做法是按患者进行划分。

模型评价也不能只看准确率和 AUC。医生更关心的是，模型是否减少了漏诊，高风险患儿是否更早接受病原学检查，是否提前识别了可能转重的病例，以及是否增加了不必要检查。灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值和校准情况都应结合具体场景解读。模型进入医院系统后，还会遇到数据提取、结果返回速度和医生接受度等问题。只有这些环节能够顺利衔接，算法上的优势才可能转化为实际诊疗收益。

7 结语

人工智能在肺炎支原体感染诊疗中的价值并不局限于病原识别。常规临床资料可用于初步筛查，胸部影像能够补充病灶特征和范围，多源信息结合后还可用于判断病情进展风险。现阶段，更合适的做法是把 AI 作为医生处理复杂信息的一种工具，而不是赋予其独立诊断地位。下一步工作的重点也不只是继续提高模型指标，还要验证模型在不同医院、不同患儿群体和真实诊疗流程中是否稳定、是否好用，以及是否真正改善检查安排和风险识别。