

儿童哮喘过敏原谱的区域特征与人工智能精准管理策略

汤 洋

湘雅常德医院 湖南 常德 415000

【摘 要】：儿童哮喘的发生和病情波动并非由单一因素决定。遗传背景、免疫状态和环境暴露彼此交织，其中过敏原致敏在部分患儿中与症状反复密切相关。尘螨、花粉、霉菌、动物皮屑和食物相关过敏原的分布受地域、年龄及季节影响，其他地区的资料并不能完全代表常德儿童的实际情况。以本地病例为基础建立过敏原数据库，并同步记录年龄、季节、多重致敏、既往发作、肺功能和用药情况，更有利于判断哪些致敏模式与疾病控制不佳有关。人工智能的作用主要在于处理这类多维资料。特异性 IgE、症状、肺功能及环境暴露等信息经整合后，可用于识别常见致敏组合和不同患儿的风险特征。本文结合区域过敏原谱、年龄变化、环境暴露及临床数据特点，对机器学习和大语言模型在儿童哮喘管理中的应用进行讨论。现阶段，这些工具仍属于辅助分析手段，不能取代规范检测及临床判断。

【关键词】：儿童哮喘；过敏原；区域特征；人工智能；机器学习；精准管理

DOI:10.12417/2811-051X.26.12.081

1 儿童哮喘过敏原谱的区域差异及临床意义

对已经致敏的儿童而言，是否真正接触到相应过敏原，往往比单纯的检测阳性更值得关注。皮肤点刺试验和血清特异性 IgE 能够提示致敏状态，但不能脱离暴露史和症状变化单独解释。GINA 也强调，过敏原暴露可能使已致敏患者症状加重，但并不主张所有哮喘患者都常规采取过敏原回避措施^[1]。这类结果在临床上的意义，最终仍要放回具体患儿的生活环境和发作过程来判断。

地域因素会进一步改变过敏原构成。常德的气候、湿度、植被和居住环境与北方城市或沿海地区不同，儿童接触某些吸入性过敏原的机会也随之改变。中国大陆哮喘患者气传过敏原分析已发现，不同地区可呈现不同的致敏类别和组合模式^[2]。如果常德长期参照外地资料，本地较常见的暴露因素可能被弱化。持续积累本地检测结果，再按季节和年龄观察其变化，更适合用于判断区域内哪些过敏原值得重点关注。

2 儿童哮喘过敏原致敏的年龄及组合特征

年龄变化常伴随致敏谱变化。低龄儿童更容易出现食物相关致敏，进入学龄期后，尘螨、花粉、霉菌和动物皮屑等吸入性过敏原的重要性逐渐上升。山东地区一项儿童哮喘回顾性队列资料显示，不同年龄组在吸入性和食物过敏原致敏方面存在差异，多重致敏也较常见^[3]。本地数据库若只给出“总阳性率”，临床上可利用的信息并不多。按年龄段、季节和哮喘控制情况分别比较，更容易看出致敏结构的变化。

同一种过敏原阳性，也可能对应不同的临床背景。以尘螨为例，有的患儿仅有尘螨致敏，有的同时合并花粉、霉菌或动

物皮屑阳性。前者和后者若全部归入“尘螨阳性”一组，组合差异便会消失。对常见致敏组合分别统计，再看急性发作次数、肺功能和控制水平是否存在差异，所得结果通常比单项阳性率更有解释价值。

过敏原致敏分析还依赖数据库本身是否规范。检测平台、结果单位、阳性阈值以及采样时间一旦不一致，跨年份比较就容易出现偏差。病例录入时应保留诊断标准、检测时间、疾病是否处于发作期和近期治疗情况。重复就诊患儿则尽量保留连续记录，以免把随年龄或季节变化的致敏状态当成静态结果。

3 人工智能在过敏原模式识别与患者分层中的应用

儿童哮喘资料往往不是几个指标可以概括的。年龄、症状频率、既往发作、嗜酸性粒细胞、总 IgE、特异性 IgE、肺功能、用药及环境暴露之间可能同时存在联系。传统统计适合回答某一个因素是否与结局相关，但当变量增多以后，组合效应不容易直接看出。机器学习的优势恰好在这里：它能够在同一框架下处理多项变量，寻找较稳定的特征组合。相关综述显示，这类方法已经用于儿童哮喘风险预测、表型识别、急性发作评估和治疗管理^[4]。

He 等基于出生队列资料开展儿童哮喘早期预测，结果表明早期临床和暴露信息具有一定的分层价值^[5]。用于常德地区时，可以把问题设计得更具体一些。例如，将患儿按尘螨单一致敏、多种吸入性过敏原共同致敏、食物与吸入性过敏原共同致敏进行分类，再比较不同组的发作频率和控制水平。这样得到的不是简单的过敏原排序，而是“什么样的致敏组合更容易对应什么样的临床表现”。

作者简介：

第一作者及通讯作者：汤洋，女（1986—），大学本科，儿科副主任医师，研究方向：儿童哮喘。

基金：2025 年度常德市科技创新指导性项目，2025ZD217。

4 环境暴露信息在哮喘风险评估中的价值

环境资料并不是越多越有价值。Hurst等曾把电子病历与气候、污染和过敏原暴露信息共同用于儿童哮喘急性发作风险预测,加入环境变量后模型性能并未明显提高^[6]。这说明环境因素是否能进入有效模型,还取决于记录是否准确、时间尺度是否合适,以及个体暴露能否被真实反映。

常德地区如果开展类似分析,可以根据病例资料记录季节、居住环境、宠物接触、烟草暴露及部分气象因素,再与致敏情况和发作时间对应。这里需要把“致敏”和“致病”区分开。血清特异性IgE阳性只能说明机体对某种过敏原产生了特异性反应,不能据此认定它就是某次喘息或急性发作的直接诱因。模型给出的关联仍需结合患儿实际接触史和症状发生时间解释。

5 大语言模型在多源临床信息整合中的潜在应用

儿童哮喘随访中,不少信息以文字形式存在,例如家长描述的居住环境、症状出现时间、既往用药和接触宠物情况。若完全依赖人工逐条整理,工作量较大,也容易出现记录标准不一致。大语言模型在这类文本处理中具有一定优势,可以按照预设字段提取过敏原检测、用药、暴露和随访要点,再转为后续统计所需的结构化信息。

但这一用途与直接诊疗应当区分。儿科过敏领域的人工智能应用目前仍存在数据偏倚、解释性不足和外部验证有限等问题^[7]。已有工作将临床特征和过敏原检测指标纳入机器学习模型,用于预测哮喘过敏原免疫治疗疗效^[8],说明多来源资料确

实具有整合价值。对大语言模型而言,更现实的定位仍是帮助整理资料、核对信息和辅助分析,而不是替医生作出诊断或治疗决定。

6 基于区域过敏原谱的个体化管理

区域过敏原谱最终要解决的并不是“哪一种过敏原排第一”,而是本地患儿中哪些致敏方式更值得临床关注。把年龄、既往发作、肺功能、用药需求和致敏组合放在一起看,才能发现单项检测结果之外的差别。对于季节性发作明显或多次急性加重的患儿,随访时还可以重点核对相应季节和环境中的暴露变化。

人工智能模型进入临床后,结果也不应只给出一个概率值。医生更需要知道风险升高主要与哪些信息有关,例如多重致敏、反复发作、肺功能下降,还是特定暴露。区域层面的规律只能作为背景,不能代替个体判断。即使某种过敏原在常德儿童中十分常见,也不能据此要求所有患儿采用相同的回避措施。

7 结语

常德地区儿童哮喘过敏原资料若能持续积累,并保持检测和随访标准相对一致,区域致敏特征会比单次横断面统计更清楚。机器学习适合处理多变量之间的关系,大语言模型则更适合整理分散在病历和随访文本中的信息。两者目前都应服务于临床,而不是替代临床。后续工作的重点,仍是把可靠的本地数据、真实暴露和患儿结局对应起来。

参考文献:

- [1] Global Initiative for Asthma. Global Strategy for Asthma Management and Prevention. 2026.
- [2] Zhang J, Luo W, Li G, et al. Patterns of aeroallergen sensitization in asthma patients identified by latent class analysis: a cross-sectional study in China. *Clin Transl Allergy*, 2023, 13(7).
- [3] Hu C, Dong Q, Zhang Y, et al. Allergen characterization in childhood asthma: a retrospective cohort study in China. *Front Public Health*, 2025, 13: 1692904.
- [4] Ojha T, Patel A, Sivapragasam K, et al. Exploring machine learning applications in pediatric asthma management: scoping review. *JMIR AI*, 2024, 3.
- [5] He P, Moraes TJ, Dai D, et al. Early prediction of pediatric asthma in the Canadian Healthy Infant Longitudinal Development (CHILD) birth cohort using machine learning. *Pediatr Res*, 2024, 95: 1818-1825.
- [6] Hurst JH, Zhao C, Hostetler HP, et al. Environmental and clinical data utility in pediatric asthma exacerbation risk prediction models. *BMC Med Inform Decis Mak*, 2022, 22: 108.
- [7] Lisik D, Basna R, Dinh T, et al. Artificial intelligence in pediatric allergy research. *Eur J Pediatr*, 2025, 184: 98.
- [8] Yao H, Wang L, Zhou X, et al. Predicting the therapeutic efficacy of AIT for asthma using clinical characteristics, serum allergen detection metrics, and machine learning techniques. *Comput Biol Med*, 2023, 166: 107544.