影像学不确定性对儿童肺炎抗生素处方行为的影响

Alexandra T. Geanacopoulos, MD, MPH, Michael C. Monuteaux, ScD, Kyle A. Nelson, MD, MPH, Susan C. Lipsett, MD, Alexander W. Hirsch, MD, Janine P. Amirault, MD, Cynthia A. Gravel, MD, Mark I. Neuman, MD, MPH

Division of Emergency Medicine, Boston Children's Hospital, Boston, Massachusetts

Address correspondence: Alexandra T. Geanacopoulos, MD, MPH, Division of Emergency Medicine, Boston Children's Hospital, 300 Longwood Ave, Boston, MA 02115. alexandra.geanacopoulos@childrens.harvard.edu

引　　言

在全美国，每年有超过 100 万例儿童在门诊被诊断为社区获得性肺炎 (CAP)[1]。关于是否应进行胸部 X 线摄片 (CXR) 尚未达成共识。许多临床医生会进行 CXR 检查，而其他医生则倾向于经验性处方抗生素 [2]。这一决策的差异源于病史采集和体格检查获得的不同结果 [3]、CXR 表现的复杂性 [4]、放射科医生对 CXR 解读的差异性 [5] 以及 CXR 的可及性。CXR 解读的不确定性可能导致抗生素的过度使用 [6]。我们评估了影像学不确定性如何影响接受 CAP 评估的儿童的抗生素处方实践。

方　　法

我们于 2015 年 3 月—2025 年 4 月在一家大型儿科急诊科 (ED) 前瞻性评估因疑似 CAP 而接受 CXR 检查的 3 月龄至 18 岁的儿童 [7]。排除了患有复杂慢性基础疾病、当前正使用抗生素或存在并发细菌感染的儿童。针对具有执业资质的放射科医生撰写的 CXR 报告，由 3 名对临床资料不知情的儿科急诊主治医师进行独立解读。解读结果分为：无肺炎 (CXR 正常、支气管炎 / 肺不张)、肺炎不确定 (倾向支气管炎 / 肺不张、相当于支气管炎 / 肺不张或肺炎、倾向肺炎) 以及肺炎。接诊主治医师需说明在未进行 CXR 的情况下是否会处方抗生素 (即“CXR 前计划”)。我们根据 CXR 前抗生素使用计划将数据进行二分类，并以 CXR 解读结果为暴露因素，抗生素处方为结局指标，建立未调整和调整后的 logistic 回归模型。我们调整了年龄、发热 (≥ 38℃)、最低氧饱和度、喘息、呼吸音减低、胸廓凹陷、呼吸窘迫、年龄校正后的呼吸急促、病毒检测阳性结果以及血液检查 (全血细胞计数、降钙素原或血培养) 的实施情况。在敏感性分析中，我们评估了以下 2 种情形对临床抗生素决策的影响：(1) 影像学上不同的不确定结果对决策的影响；(2) 排除了主治医师在阅片后处方抗生素的患者所产生的影响。使用 R 版本 4.3.2 进行分析，以 $P < 0.05$ 为有统计学意义。本研究已获得机构审查委员会的批准。

结　　果

我们评估了 2 142 名儿童，其中 5 岁以下儿童占 64% (补充表 1)。大多数 (73%) 儿童的 CXR 显示无肺炎，13% 显示肺炎，14% 为不确定的 CXR 结果。主治医师在 CXR 前计划对 297 名 (14%) 儿童使用抗生

The article(s) originally appeared in English in the 2025, Volume 156 of Pediatrics, published by the American Academy of Pediatrics (AAP), and are hereby authorized for translation into Chinese by Children's Hospital of Soochow University.

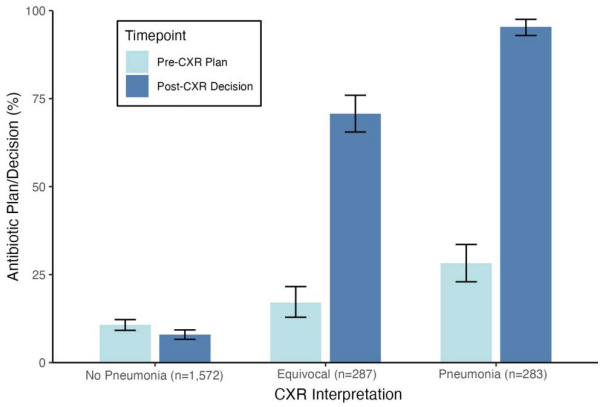


图 1　CXR 前抗生素计划 vs CXR 后抗生素决策（按 CXR 解读分层）

描述：按最终 CXR 解读分层，显示了主治医师在未行 CXR 检查时计划使用抗生素的疑似 CAP 患者的比例（浅蓝色）与行 CXR 后实际接受抗生素治疗患者的比例（深蓝色）。误差线代表每个点估计值的 Wilson 95% CI。

素，最终有 598 名 (28%) 接受抗生素治疗（图 1）。在 CXR 前无抗生素使用计划的儿童中，与 CXR 结果无肺炎相比，CXR 结果不确定 [调整后 OR (aOR)：38.5 (95% CI：26.2 ～ 57.6)] 和 CXR 结果诊断为肺炎 [aOR：374.0 (95% CI：191.0 ～ 826.0)] 与抗生素处方相关（表 1）。在 CXR 前已有抗生素使用计划的儿童中，与 CXR 结果无肺炎相比，CXR 结果不确定 [aOR：37.6 (95% CI：12.4 ～ 166.0)] 和 CXR 结果诊断为肺炎 [aOR：43.9 (95% CI：16.1 ～ 158.0)] 与抗生素处方相关。所有不确定类别（倾向支气管炎 / 肺不张、相当于支气管炎 / 肺不张或肺炎、倾向肺炎）均与抗生素处方增加相关（补充表 2 和 3）。在排除了 577 名 (24.3%) 主治医师在阅片后处方抗生素的患者后，CXR 结果不确定和 CXR 结果诊断为肺炎仍与抗生素处方增加相关（补充表 4）。

讨　论

在这项针对疑似 CAP 而接受 CXR 的儿童大规模前瞻性队列研究中，我们发现影像学检查结果不确定的情况很常见，并且与抗生素处方增加相关。我们的研究结果印证了以下担忧：CXR 可能会无意中推动抗生素的使用。

本研究探讨了有关 CXR 在儿童 CAP 诊断中的价值的这一重要问题。CXR 结果阴性时具有安抚作用 [7]，会相应减少医疗就诊次数 [8] 与照护者的重视 [9]。另一方面，CXR 与辐射暴露相关，不能可靠地区分病毒性与细菌性疾病 [10]，并且可能在不确定的病例中促进抗生素的过度使用。这些权衡点凸显了未来可进一步研究的重要领域：(1) 标准化 CXR 解读（可能通过人工智能实现）；(2) 通过风险模型识别哪些儿童能从 CXR 中受益；(3) 开发能够有效诊断不确定性的

表 1　评估 CXR 前有或无抗生素使用计划的患儿中 CXR 解读与抗生素处方关联的 logistic 回归模型

CXR 前计划	CXR 解读	抗生素处方		
		n (%)[a]	OR (95% CI)	aOR[b] (95% CI)
无抗生素使用计划 (n = 1 821)	无肺炎 (n = 1 389)	71 (5.1)	参考	参考
	不确定 (n = 234)	154 (65.8)	35.7 (25.1 ～ 51.6)	38.5 (26.2 ～ 57.6)
	肺炎 (n = 198)	189 (95.5)	390.0 (202.0 ～ 850.0)	374.0 (191.0 ～ 826.0)
有抗生素使用计划 (n = 297)	无肺炎 (n = 168)	51 (30.4)	参考	参考
	不确定 (n = 49)	46 (93.9)	35.2 (12.1 ～ 150.0)	37.6 (12.4 ～ 166.0)
	肺炎 (n = 80)	76 (95.0)	43.6 (17.0 ～ 149.0)	43.9 (16.1 ～ 158.0)

所有 OR 的 *P* 值均＜ 0.001。

[a] 指示行百分比。

[b] 优势比已针对以下因素进行调整：年龄分层、急诊发热（≥ 38℃）、血氧饱和度、年龄校正后的呼吸急促、胸廓凹陷、喘息、肺部湿啰音、体格检查发现呼吸音减低、病毒检测阳性以及是否进行血液检查（全血细胞计数、降钙素原、血培养）。

决策支持工具。

本研究存在局限性。鉴于其为单中心设计，如果不同实践环境中进行 CXR 检查的阈值存在差异，则其普适性可能受限。影像学的不确定性是依据放射学报告来判定的；临床医生对图像的解读可能有所不同。病毒检测不常进行，但考虑到其对处方的潜在影响而被纳入分析。我们无法确定在 CXR 结果不确定的情况下驱动抗生素使用的因素，包括是否考虑了照护者的偏好。

总之，在疑似 CAP 中，影像学不确定性与抗生素处方增加相关，这凸显了 CXR 可能促进抗生素的过度使用。未来的工作应探索在不确定性情况下驱动抗生素治疗的因素，并评估哪些儿童适合随访观察，而不急于给予抗生素治疗。

缩略语

CAP：社区获得性肺炎

CXR：胸部 X 线摄片

ED：急诊科

（王婷 译　严永东 校）

联系人：丁欣 etyxcbzx@suda.edu.cn

参考文献

1 Kronman MP, Hersh AL, Feng R, Huang YS, Lee GE, Shah SS. Ambulatory visit rates and antibiotic prescribing for children with pneumonia, 1994–2007. Pediatrics. 2011;127(3):411–418. PubMed doi: 10.1542/peds.2010-2008

2 Barzilay JR, Neuman MI, Florin TA. Chest radiography for presumed pneumonia in children. N Engl J Med. 2024;391(24):2379–2381. PubMed doi: 10.1056/NEJMclde2408146

3 Shah SN, Bachur RG, Simel DL, Neuman MI. Does this child have pneumonia?: The rational clinical examination systematic review [published correction appears in JAMA. 2017 Oct 3;318(13):1284. doi: 10.1001/jama.2017.13624.]. JAMA. 2017;318(5):462–471. PubMed doi: 10.1001/jama.2017.9039

4 Johnson J, Kline JA. Intraobserver and interobserver agreement of the interpretation of pediatric chest radiographs. Emerg Radiol. 2010;17(4):285–290. PubMed doi: 10.1007/s10140-009-0854-2

5 Andronikou S, Lambert E, Halton J, et al. Guidelines for the use of chest radiographs in community-acquired pneumonia in children and adolescents. Pediatr Radiol. 2017;47(11):1405–1411. PubMed doi: 10.1007/s00247-017-3944-4

6 Williams DJ, Edwards KM, Self WH, et al. Antibiotic choice for children hospitalized with pneumonia and adherence to national guidelines. Pediatrics. 2015;136(1):44–52. PubMed doi: 10.1542/peds.2014-3047

7 Lipsett SC, Monuteaux MC, Bachur RG, Finn N, Neuman MI. Negative chest radiography and risk of pneumonia. Pediatrics. 2018;142(3):e20180236. PubMed doi: 10.1542/peds.2018-0236

8 Geanacopoulos AT, Neuman MI, Lipsett SC, Monuteaux MC, Michelson KA. Association of chest radiography with outcomes in pediatric pneumonia: a population-based study. Hosp Pediatr. 2023;13(7):614–623. PubMed doi: 10.1542/hpeds.2023-007142

9 Lipsett SC, Monuteaux MC, Bachur RG, Neuman MI. Caregiver valuation of chest radiography for the diagnosis of pneumonia in children. Clin Pediatr (Phila). 2018;57(9):1103–1106. PubMed doi: 10.1177/0009922817736768

10 Jain S, Williams DJ, Arnold SR, et al; CDC EPIC Study Team. Community-acquired pneumonia requiring hospitalization among U.S. children. N Engl J Med. 2015;372(9):835–845. PubMed doi: 10.1056/NEJMoa1405870

【英文原件请参阅 *PEDIATRICS 2025;156(5):e2025073473*】