

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.03.009

全血 C 反应蛋白、血常规联合影像学检测 在细菌感染性肺炎中的诊断价值

孟宪华¹, 柳青¹, 杨瑜²

(1. 遂平县中医院检验科, 河南驻马店 463100; 2. 新乡市中心医院检验科, 河南新乡 453000)

【摘要】目的 探讨磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)、全血 C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)联合血常规检测对细菌感染性肺炎中的诊断价值。**方法** 选择遂平县中医院 2022 年 1 月至 2025 年 10 月收治的 82 例疑似细菌感染性肺炎患者为研究对象。所有患者均接受无创胸部 MRI 检查、CRP 免疫比浊测定及血常规检测。以细菌培养阳性作为诊断“金标准”, 对比单一与联合检测的诊断效能。**结果** 82 例疑似患者中, 以细菌培养为“金标准”确诊细菌感染性肺炎 68 例(82.93%); 其余 14 例(17.07%)培养结果为阴性, 最终诊断为普通上呼吸道感染或非细菌性肺部炎症。68 例确诊阳性患者中, 痰标本培养阳性 52 例, 支气管肺泡灌洗液(bronchoalveolar lavage fluid, BALF)培养阳性 12 例, 胸腔积液培养阳性 4 例。与非感染组相比, 感染组患者的全血 CRP、中性粒细胞百分比(neutrophil percentage, NE%)和白细胞计数(white blood cell count, WBC)水平均显著升高(均 $P < 0.05$)。MRI 影像学联合全血 CRP 与血常规的检测方案, 其诊断敏感度和特异度均优于任意单一检测方式(均 $P < 0.05$)。**结论** MRI、全血 CRP 联合血常规检测可提升细菌感染性肺炎的诊断效能, 有效弥补单一检测的局限性。

【关键词】 细菌感染性肺炎; 磁共振成像; 血常规; C 反应蛋白**【中图分类号】** R563.1**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 03-0051-05

Diagnostic significance of the combined assessment of whole blood C-reactive protein levels, blood routine tests, and imaging examinations in bacterial infectious pneumonia

MENG Xianhua¹, LIU Qing¹, YANG Yu²

(1. Laboratory Department, Suiping County Hospital of Traditional Chinese Medicine, Zhumadian 463100, Henan, China;

2. Laboratory Department, Xinxiang Central Hospital, Xinxiang 453000, Henan, China)

【Abstract】Objective To discuss the diagnostic value of magnetic resonance imaging (MRI) combined with whole blood C-reactive protein (CRP) and blood routine test for bacterial infectious pneumonia. **Methods** A total of 82 suspected bacterial infectious pneumonia patients admitted to Suiping County Hospital of Traditional Chinese Medicine were selected as the research subjects from January 2022 to October 2025. All patients underwent non-invasive chest MRI examination, CRP immunoturbidimetry test and blood routine test. Using positive bacterial culture as the “gold standard” for diagnosis, the diagnostic efficacy of single detection and combined detection was compared. **Results** Among 82 suspected patients with bacterial infectious pneumonia, 68 (82.93%) were diagnosed with bacterial infectious pneumonia according to the “gold standard” of bacterial culture; The remaining 14 cases (17.07%) had negative test results and were ultimately diagnosed as common upper respiratory tract infections or non-bacterial lung inflammations.. Among the 68 positive patients, 52 had positive sputum specimen cultures, 12 had positive bronchoalveolar lavage fluid (BALF) cultures, and 4 had positive pleural effusion cultures. Compared with the non infected group, the levels of CRP, neutrophil percentage (NE%) and WBC in the infected group significantly increased (all $P < 0.05$). The sensitivity and specificity of combined detection were superior to single detection methods (all $P < 0.05$). **Conclusion** The combination of MRI, whole blood CRP and blood routine test can enhance the diagnostic efficiency of bacterial infectious pneumonia, effectively overcoming the limitations of single tests.

收稿日期: 2025-11-20。

作者简介: 孟宪华 (1977-08), 男, 河南遂平人, 本科, 副主任技师, 研究方向: 细菌感染性肺炎的临床检验。E-mail: mxh15093559799@163.com。

【Key words】 Bacterial infectious pneumonia; Magnetic resonance imaging; Routine blood test; C-reactive protein

细菌感染性肺炎是临床常见多发病,近年发病率呈上升趋势,且在全球范围广泛流行,具有重要的公共卫生防控意义^[1-2]。若未能在早期及时明确诊断并开展针对性治疗,病情可快速进展,诱发感染性休克、呼吸衰竭等严重并发症,直接危及患者生命安全^[3-5]。因此,及时准确的诊断是改善细菌感染性肺炎疗效与预后的前提。传统诊断主要依赖病原学检查、临床症状和体征评估,但病原学检查普遍存在检测周期长、阳性检出率偏低的局限。

C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)作为临床常用的急性时相反应蛋白,机体发生细菌感染时其水平可快速升高;血常规检测可直观反映外周血各类血细胞的数量与形态变化,二者对感染性疾病的诊断均具有重要参考价值^[6-7]。胸部计算机断层扫描(computed tomography, CT)、X 线是肺炎的常规影像学检查手段,但二者均存在电离辐射,不适用于儿童、孕妇及需多次复查的特殊人群。无创胸部磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)无电离辐射且软组织分辨率高,可清晰显示肺部细微的炎症浸润、实变及间质改变,直观评估病灶范围与严重程度,近年已广泛应用于肺部感染的诊断^[8]。基于此,本研究通过探讨 MRI、全血 CRP 联合血常规检测在细菌感染性肺炎中的诊断价值,为该病的早期精准诊治提供临床参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选择遂平县中医院 2022 年 1 月至 2025 年 10 月收治的 82 例疑似细菌感染性肺炎患者为研究对象,年龄 18~65 岁,平均(45.76±13.42)岁;男性 47 例,女性 35 例。纳入标准:①存在发热、咳嗽、咳痰、胸痛等肺炎疑似症状;②年龄 18~65 岁;③入组前未接受针对性抗感染等相关药物治疗;④临床资料完整,可全程配合完成细菌培养、实验室指标检测及 MRI 影像学检查。排除标准:①合并其他部位明确感染性疾病者;②近 3 个月内有重大手术史者;③存在明确精神疾病无法配合检查者;④合并心、肝、肾等重要脏器功能障碍者;⑤合并血液系统疾病、自身免疫性疾病者;⑥妊娠或哺乳期女性;⑦存

在 MRI 检查相关禁忌证者。

1.2 方法

1.2.1 CRP 和血常规检测

所有受试者均于入院当日采集 6 ml 空腹肘静脉血送检。采用免疫比浊法测定全血 CRP 水平,其正常参考范围为 0~10 mg/L,以 CRP>10 mg/L 判定为阳性;使用全自动血细胞分析仪测定血常规指标,包括中性粒细胞百分比(neutrophil percentage, NE%)、白细胞计数(white blood cell count, WBC),以 NE%>70%、WBC>10.0×10⁹/L 判定为血常规检测阳性,提示细菌感染可能性大。

1.2.2 MRI 无创性检查

所有患者均采用 1.5T 超导磁共振仪完成胸部无创扫描,患者取仰卧位,扫描范围覆盖全肺,常规行 T₁加权成像(T₁-weighted imaging, T₁WI)、T₂加权成像(T₂-weighted imaging, T₂WI)、压脂序列扫描。扫描参数设置为:层厚 5 mm,层间距 1 mm,矩阵 256×256。由 2 名高年资影像科医师采用双盲法独立阅片,重点观察肺部是否存在新发浸润影、斑片影、实变影、磨玻璃影等炎症特征性改变,同步评估病变的位置、范围与形态;若两人诊断意见不一致,经共同协商后得出最终结论。

1.3 诊断标准

以合格标本的细菌培养阳性结果作为诊断“金标准”,具体判定需同时满足以下条件。①临床症状:存在发热(腋温≥37.3℃)、胸痛、咳嗽、咳痰、气促、肺部闻及湿啰音等肺炎典型临床表现;②影像学依据:影像学检查提示肺部出现新发浸润性斑片影、实变影、磨玻璃影等肺炎特征性改变,排除肺水肿、间质性肺病、肿瘤、肺结核等非感染性肺部病变;③病原学确诊:合格标本细菌培养检出致病菌,结合临床表现、影像学结果最终确诊为细菌感染性肺炎;仅临床与影像学高度怀疑、但病原学结果阴性的病例不纳入确诊范围。本研究最终经“金标准”确诊的细菌感染性肺炎阳性病例共 68 例,细菌培养标本来源于患者合格深部痰液、支气管肺泡灌洗液(bronchoalveolar lavage fluid, BALF)、胸腔积液。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 27.0 软件进行数据分析。符合正态

分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 ROC 曲线分析 MRI 影像学、全血 CRP 和血常规对细菌感染性肺炎诊断效能。敏感度=(真阳性例数)/(真阳性例数+假阴性例数)×100%;特异度=(真阴性例数)/(真阴性例数+假阳性例数)×100%。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 “金标准”诊断结果

82 例疑似细菌感染性肺炎患者中,经细菌培养“金标准”确诊细菌感染性肺炎 68 例(82.93%);其余 14 例(17.07%)培养结果为阴性,最终诊断为普通上呼吸道感染或非细菌性肺部炎症。68 例阳性患者中,痰标本培养阳性 52 例,BALF 培养阳性 12 例,胸腔积液培养 4 例,所有送检标本均无外源性污染,符合临床标本合格送检标准。

2.2 感染组与非感染组 CRP 和血常规指标比较

与非感染组相比,感染组患者 CRP、NE% 和 WBC 水平均显著升高(均 $P<0.05$)(表 1)。

表 1 感染组与非感染组 CRP 和血常规指标比较($\bar{x}\pm s$)			
组别	CRP (mg/L)	NE% (%)	WBC ($\times 10^9/L$)
感染组 ($n=68$)	69.97±15.42	79.97±4.52	16.54±3.78
非感染组 ($n=14$)	23.21±5.04	67.13±7.87	8.23±1.37
t	11.175	8.393	8.083
P	<0.001	<0.001	<0.001

注: CRP: C 反应蛋白; NE%: 中性粒细胞百分比; WBC: 白细胞计数。

2.3 单一和联合检测诊断结果

以细菌培养结果为“金标准”,单一检测和联合检测诊断结果见表 2。

表 2 单一和联合检测诊断结果对比(例)				
方法		“金标准”		合计
		阳性	阴性	
MRI 影像学	阳性	56	4	60
	阴性	12	10	22
全血 CRP	阳性	54	5	59
	阴性	14	9	23
血常规	阳性	52	5	57
	阴性	16	9	25
联合	阳性	65	1	66
	阴性	3	13	16
合计		68	14	82

注: MRI: 磁共振成像; CRP: C 反应蛋白。

2.4 三项联合检测诊断结果

影像学联合全血 CRP 与血常规的检测方案,其诊断细菌感染性肺炎的敏感度和特异度均优于任意单一检测方式(均 $P<0.05$)(表 4 和图 1)。

表 4 三项联合检测诊断细菌感染性肺炎的效能		
方法	敏感度 (%)	特异度 (%)
MRI 影像学	82.36	71.43
全血 CRP	79.41	64.29
血常规	76.47	64.29
联合	95.59 ^{*#Δ}	92.86 ^{*#Δ}

注: MRI: 磁共振成像; CRP: C 反应蛋白。与 MRI 影像学比较, $^*P<0.05$; 与全血 CRP 比较, $^{\#}P<0.05$; 与血常规比较, $^{\Delta}P<0.05$ 。

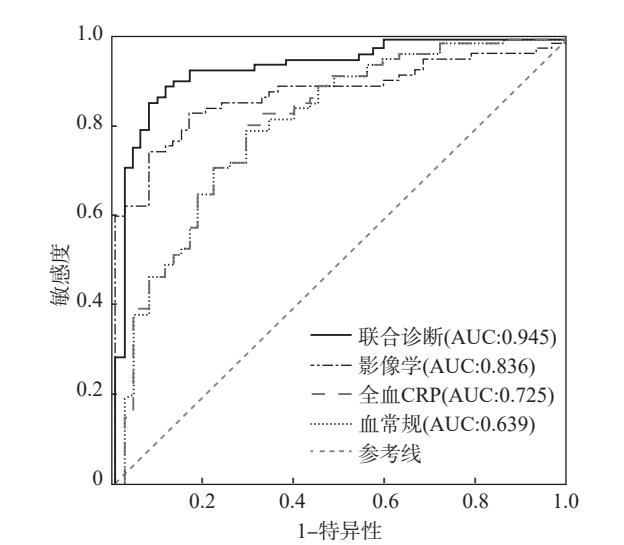


图 1 三项联合检测诊断细菌感染性肺炎 ROC 曲线
注: AUC 为曲线下面积; CRP 为 C 反应蛋白。

3 讨论

细菌感染性肺炎主要是由细菌侵入肺组织,引发肺间质、肺泡腔、肺终末气道出现炎症反应的一种常见下呼吸道感染性疾病,同时也是临床最常见的感染性疾病与肺炎类型之一^[9]。该病主要由金黄色葡萄球菌、肺炎链球菌等致病菌感染诱发,以咳嗽、咳痰、胸闷、发热等症状为主要临床表现^[10],对人群健康危害显著,及时有效的诊断和治疗对缓解患者临床症状、改善预后至关重要^[11]。科学有效的检查手段对细菌感染性肺炎诊断是临床重点关注的问题,以此减少抗菌药物的盲目使用。

CRP 是主要由肝脏合成的急性时相反应蛋白,当机体遭受创伤、炎症或细菌感染时,其水平可快速升高,并于 48 h 内达到峰值^[12-13]。CRP 的升高幅度

与机体炎症反应强度、感染严重程度呈正相关,待炎症缓解后,其水平可快速回落至正常参考范围^[14]。孙干成^[15]研究发现,相比于健康体检者,重症细菌感染性患者 CRP 水平显著上升,且与重症感染的发生风险呈正相关。本研究结果也证实,相比于非感染组,感染组患者 CRP 水平显著上升,提示 CRP 可作为细菌感染性肺炎的重要辅助诊断标志物。由此可见,细菌感染状态下机体 CRP 合成量明显增加,其水平与感染严重程度直接相关,检测 CRP 可为细菌感染性疾病的早期诊断、感染严重程度评估提供参考依据。

血常规中的 NE% 和 WBC 是临床筛查感染的常用指标:白细胞是人体免疫系统的重要组成部分,当机体受到细菌入侵时,免疫系统会启动防御应答, WBC 随之发生改变^[16]。一般情况下,细菌感染可刺激骨髓增殖生成更多白细胞以对抗入侵病原体,最终表现为外周血 WBC 水平升高^[17]。中性粒细胞是白细胞的重要亚群,在细菌感染的清除过程中发挥着关键作用,NE% 可直接反映中性粒细胞在白细胞总数中的占比。当细菌感染发生时,骨髓会加速生成中性粒细胞,大量中性粒细胞可迁移聚集至感染部位,通过吞噬作用清除致病菌,因此 NE% 常出现显著升高^[18],且感染严重程度越高,NE% 和 WBC 的升高幅度往往越大^[19]。本研究结果显示,感染组患者的 NE% 和 WBC 水平较非感染组显著升高,提示血常规检测可作为细菌感染性肺炎的诊断提供重要参考。但单纯血常规检测存在一定局限性,部分非感染性疾病、病毒感染状态下也可能出现 NE% 和 WBC 水平升高,因此无法仅依靠这两项指标确诊细菌感染,需结合患者症状、体征及其他检查结果综合判断。

无创胸部 MRI 具备多方位成像、软组织分辨率高、无电离辐射的优势,可清晰显示肺部间质水肿、肺泡实变、细微炎症浸润等病理改变,能精准定位肺部病变的位置、范围及严重程度,有效弥补实验室指标无法定位病灶的缺陷^[20]。但单纯 MRI 的影像学表现缺乏特异性,支原体、病毒性肺炎也可出现类似的肺部浸润影,仅依靠影像无法直接区分病原体类型,易造成误诊。本研究结果显示,联合检测诊断的敏感度和特异度均高于单项检测,其核心机制在于三类检查的原理与优势互为补充: MRI 可实现肺部病

灶的可视化定位,明确病变的存在与损伤程度; CRP 可精准量化机体的急性炎症反应水平,辅助区分细菌性与非细菌性炎症;血常规可直观反映机体的免疫应答状态,进一步印证感染类型。三者联合既解决了实验室指标无法定位病灶、特异性不足的问题,也弥补了单纯影像学检查无法判定病原体类型的短板,大幅降低漏诊、误诊的发生率,显著提升诊断精准度。

综上, MRI 联合全血 CRP 与血常规检测可有效提高细菌感染性肺炎的诊断效能,有效弥补单一检测的局限性。受单中心研究及样本量小的限制,上述结论尚需多中心、大样本研究进一步证实,以便为临床诊疗提供更可靠的参考依据。

参考文献

- [1] 杨浩然, 张学勤. 细菌感染性肺炎患者胸部 CT 征象及其与患者肺部炎症情况、预后的关系[J]. 影像科学与光化学, 2021, 39 (5): 705-710.
- [2] 李光, 朱汉东. 血清 HBD2 和 PD-1 表达水平在细菌感染性肺炎患者中意义及与免疫功能的相关性[J]. 热带医学杂志, 2022, 22 (6): 859-862.
- [3] 关佳灏, 党小军, 马娟, 等. HNL 与 SAA 和 PCT 及 CRP 联合检测对细菌与病毒感染的应用[J]. 中华预防医学杂志, 2023, 57 (12): 2153-2158.
- [4] 高泉岳. 血清降钙素原、白细胞、血培养联合检测对急诊细菌感染性疾病的诊断价值[J]. 中华灾害救援医学, 2024, 11 (4): 441-443.
- [5] 刘爱波, 张玉侠. 血清 PCT 和 SAA 测定联合痰细菌培养诊断细菌性肺炎的临床意义[J]. 中国医药导刊, 2024, 26 (3): 275-279.
- [6] 崔燕, 刘奕池. C 反应蛋白联合降钙素原在感染性疾病中的表达及效能受试者工作特征曲线研究[J]. 山西医药杂志, 2022, 51 (21): 2494-2496.
- [7] 刘洋, 江威, 韩伦英, 等. PCT、CRP、WBC 和 N% 在细菌感染性疾病中的诊断价值评估[J]. 实用医学杂志, 2018, 34 (4): 641-644, 652.
- [8] ARIYASINGHA N M, OLADUN C, SAMOILENKO A, *et al.* Parahydrogen-Hyperpolarized Propane-d6 Gas Contrast Agent: T1 Relaxation Dynamics and Pilot Millimeter-Scale Ventilation MRI[J]. J Phys Chem A, 2025, 129(19):4275-4287.
- [9] 宋珈颖, 王婷, 李刚. 细菌感染性肺炎患儿病原菌分布特点及不同严重程度患儿炎症指标差异性分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2023, 18 (12): 1452-1456.
- [10] 王迎迎, 刘丽娟, 赵玉荣, 等. 细菌性肺炎患者痰标本病原菌类型及肺超声评分在病情评估中的应用[J]. 中国病原生物学杂志, 2024, 19 (8): 972-975, 979.
- [11] 田常营, 冷建刚, 刘虎, 等. 外周血 PCT、ESR、WBC 及 hs-CRP/LYM% 检测对细菌性肺炎的诊断价值[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2026, 18 (2): 387-389, 393.
- [12] 周亚娟, 李晨蕊, 朱恕平. C 反应蛋白联合血常规在感染性

- 疾病中的诊断价值[J]. 中国血液流变学杂志, 2023, 33 (2): 293-295.
- [13] 童巍, 倪唯益, 夏卫. 感染性疾病诊断中C反应蛋白及白细胞计数联合检验的临床价值[J]. 山西医药杂志, 2021, 50 (19): 2828-2829.
- [14] 张琳, 许序云, 李永琦, 等. C反应蛋白、血清淀粉样蛋白A水平检测对感染性疾病类型及病情的诊断价值[J]. 安徽医药, 2025, 29 (4): 783-788.
- [15] 孙千成. 血常规联合血清CRP、PCT检测在重症细菌感染性疾病中的诊断价值分析[J]. 现代诊断与治疗, 2024, 35 (15): 2330-2332.
- [16] 康燕萍. 血常规联合炎症标志物在感染性疾病早期诊断中的临床应用分析[J]. 实验室检测, 2025, 3 (21): 39-41.
- [17] 邓卓娜, 彭娜, 姜容. 血常规联合凝血功能检测与细菌感染性疾病患者严重程度及预后的关系研究[J]. 标记免疫分析与临床, 2023, 30 (8): 1356-1360.
- [18] 俞赵军, 姚建军, 王佳丽, 等. 炎症标记物对细菌感染性肺炎患者的病情进展与影像学分析及预后评估的研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27 (15): 3431-3434.
- [19] 杨龙, 郑祥武. WBC、NLR、ESR、CRP联合检测对细菌性肺炎与病毒性肺炎的鉴别诊断效果及价值分析[J]. 临床医学研究与实践, 2024, 9 (36): 114-117.
- [20] CHOWDHURY M R H, OLADUN C, ARIYASINGHA N M, *et al.* Rapid lung ventilation MRI using parahydrogen-induced polarization of propane gas[J]. Analyst, 2024, 149(24): 5832-5842.