

DOI:10.13350/j.cjpb.260210

• 论著 •

呼吸内科肺炎患者病原菌分布情况及 抗菌药物使用强度合理性分析*

邢晓勤¹, 潘军峰², 谭雪峰², 钱会³, 狄潘潘^{1**}(1. 安徽医科大学附属亳州医院药学部, 安徽亳州 236800; 2. 安徽医科大学附属亳州医院检验科;
3. 安徽医科大学附属亳州医院呼吸与危重症医学科)

【摘要】 **目的** 分析呼吸内科肺炎患者病原菌分布特征及抗菌药物使用强度(AUD)的合理性,为临床精准抗感染治疗提供依据。 **方法** 回顾性纳入2022年5月至2025年5月安徽医科大学附属亳州医院呼吸内科110例肺炎患者,收集临床资料、病原菌检测结果及抗菌药物使用记录。采用微生物培养及药敏试验分析病原菌分布与耐药性,计算AUD并评估用药合理性。 **结果** 110例患者中,社区获得性肺炎(CAP)104例(94.55%),医院获得性肺炎(HAP)6例(5.45%),共检出病原菌170株,其中革兰阴性菌116株(68.24%)、革兰阳性菌11株(6.47%)、真菌43株(25.29%)。CAP患者以革兰阴性菌为主(68.39%),HAP患者以革兰阴性菌为主(66.67%)。42株肺炎克雷伯菌对头孢唑林耐药率达80.95%,28株白色假丝酵母菌对伏立康唑耐药率21.43%。抗菌药物使用强度为32.87 DDD/100人·d,符合国家推荐阈值,初始用药与指南符合率78.22%。 **结论** 本研究显示,呼吸内科肺炎患者中以CAP为主,病原菌分布呈现革兰阴性菌占比最高、真菌次之、革兰阳性菌占比较低的特点,病原菌耐药性问题较为突出,该科室抗菌药物使用强度符合国家推荐阈值,初始用药与指南符合率处于中等水平。

【关键词】 肺炎;病原菌;耐药性;抗菌药物使用强度;合理性

【文献标识码】 A **【文章编号】** 1673-5234(2026)02-0192-04

[*Journal of Pathogen Biology*. 2026 Feb.;21(02):192-195,200.]

Analysis of pathogen distribution and rationality of antimicrobial use density in pneumonia patients in department of respiratory medicine

XING Xiaoqin¹, PAN Junfeng², TAN Xuefeng², QIAN Hui³, DI Panpan¹ (1. Department of Pharmacy, the Affiliated Bozhou Hospital of Anhui Medical University, Bozhou 236800, Anhui, China; 2. Department of Clinical Laboratory, the Affiliated Bozhou Hospital of Anhui Medical University; 3. Department of Respiratory Physician, the Affiliated Bozhou Hospital of Anhui Medical University)***

【Abstract】 **Objective** To analyze the distribution characteristics of pathogens and the rationality of antimicrobial use density (AUD) in pneumonia patients in the Department of Respiratory Medicine, so as to provide a basis for clinical precise anti-infective treatment. **Methods** A retrospective study was conducted on 110 pneumonia patients admitted to the Department of Respiratory Medicine, Bozhou Hospital Affiliated to Anhui Medical University from May 2022 to May 2025. Clinical data, pathogen detection results, and antimicrobial use records were collected. Microbial culture and drug sensitivity tests were used to analyze pathogen distribution and drug resistance. AUD was calculated and the rationality of drug use was evaluated. **Results** Among the 110 patients, 104 (94.55%) had community-acquired pneumonia (CAP) and 6 (5.45%) had hospital-acquired pneumonia (HAP). A total of 170 strains of pathogens were detected, including 116 (68.24%) gram-negative bacteria, 11 (6.47%) gram-positive bacteria, and 43 (25.29%) fungi. Patients with CAP were predominantly infected with Gram-negative bacteria (68.39%), while patients with HAP were also predominantly infected with Gram-negative bacteria (66.67%). The drug resistance rate of 42 strains of *Klebsiella pneumoniae* to cefazolin reached 80.95%, and the drug resistance rate of 28 strains of *Candida albicans* to voriconazole was 21.43%. The antimicrobial use density was 32.87 DDDs per 100 person-days, which was in line with the national recommended threshold, and the compliance rate of initial medication with the guidelines was 78.22%. **Conclusion** The study shows that among pneumonia patients in the Department of Respiratory Medicine, CAP was predominant. The distribution of pathogenic bacteria was characterized by the highest proportion of Gram-negative bacteria, followed by fungi, and a relatively low proportion of Gram-positive bacteria. The problem of pathogenic bacteria resistance was quite prominent.

* **【基金项目】** 安徽医科大学校级基金资助项目(No. 2023xkj091);亳州市儿童医院院级科研青年项目(No. 2024LQN-03)。

** **【通信作者】** 狄潘潘, E-mail: 13285687999@sina.cn

【作者简介】 邢晓勤(1988-),女,安徽亳州人,医学学士,副主任药师,研究方向:医院药学。E-mail: xiaoqin_by@sina.com

The antimicrobial use density in this department was in line with the national recommended threshold, and the compliance rate of initial medication with the guidelines was at a moderate level.

【Keywords】 pneumonia; pathogen; drug resistance; antimicrobial use density; rationality

肺炎是全球发病率和病死率较高的呼吸系统感染性疾病,已成为重要的全球公共卫生问题^[1]。世界卫生组织报告统计,每年约有数百万人死于肺炎,婴幼儿、老年人及机体免疫功能降低的群体属于肺炎的高发人群^[2]。在我国,肺炎的发病率逐渐增高,给我国卫生系统带来沉重负担。病原菌构成及流行病学分布是造成肺炎治疗效果不同的最主要原因之一,不同地区人群肺炎患者因地域、气候、医疗环境、人群生活习惯等方面的差异使得肺炎患者的病原菌构成及流行病学分布具有地域性特征^[3]。CAP和HAP是肺炎的两种主要类型,两种肺炎患者病原菌构成存在明显的差异。CAP主要是由肺炎链球菌、流感嗜血杆菌等社区内优势病原菌引起,而HAP常以革兰阴性杆菌如肺炎克雷伯菌、铜绿假单胞菌等为主,这与医院内病原菌的定植及耐药性特征相关^[4]。随着各种抗菌药物的应用,病原菌耐药问题愈加严重,耐药菌株的增多及出现,导致肺炎临床治疗难度增加,治疗时间延长及治疗费用增加,从而造成严重不良后果甚至导致患者死亡^[5]。近年来肺炎克雷伯菌、金黄色葡萄球菌等优势病原菌耐药率逐年上升,而多重耐药菌株的出现更使临床治疗困难重重。因此了解当地病原菌的耐药性演变特点对指导临床用药合理性、提升治疗效率有着重大意义。抗菌药物使用强度(AUD)是评价医院抗菌药物的使用合理性的量化标准,合理降低AUD可减少耐药菌株发生及流行。我国卫健委已经对各医疗机构抗菌药物使用强度的合理使用推荐值作出规定,规范了抗菌药物的使用。不同地区,不同医疗机构抗感染药物使用现状不同,也存在个别医疗机构存在抗感染药物的滥用、使用不合理的情况,因此分析和评价特定医疗机构中肺炎患者的抗菌药物使用强度,发现其存在的不足与缺陷,加以改正,是提高临床医疗质量,延缓耐药性发展进程的重要措施^[6]。

本研究回顾分析2022年5月至2025年5月本院呼吸内科110例肺炎病例临床资料,以明确本地区肺炎病例病原菌分布情况和耐药性,评估本院对患者的抗菌药使用强度是否合理,为临床医生实现精准抗感染提供依据,也可为区域性的肺炎防控提供参考。

对象与方法

1 研究对象

回顾性选取2022年5月至2025年5月安徽医科大学附属亳州医院呼吸内科收治的肺炎患者110例。

纳入标准:①符合《中国成人社区获得性肺炎诊断和治疗指南(2016年版)》^[7]或《中国成人医院获得性肺炎与呼吸机相关性肺炎诊断和治疗指南(2018年版)》^[8]诊断标准;②临床资料完整。排除标准:①合并肺部肿瘤、肺栓塞等非感染性肺部疾病;②合并严重免疫缺陷;③临床资料缺失。本研究经医院伦理委员会审批,并免除患者或家属知情同意书。

2 数据收集

通过医院电子病历系统提取患者信息,包括:①人口学资料:性别、年龄、住院时间;②临床诊断:CAP或HAP(CAP定义为入院48h内发病,HAP定义为入院48h后发病);③病原菌检测数据:标本类型(痰、血液等)、病原菌种类及药敏试验结果;④抗菌药物使用记录:药物名称、剂量、给药途径、疗程、联合用药情况;⑤治疗评估:初始经验性用药与指南符合度、疗程合理性。数据由2名经过培训的临床药师独立提取,不一致处通过第三方复核确认。

3 病原菌检测与鉴定

指导患者清晨用无菌生理盐水漱口后,深咳嗽留取深部痰液,置于无菌痰杯中,1h内送检。采用革兰染色法筛选合格标本(鳞状上皮细胞<10个/低倍视野,白细胞>25个/低倍视野),不合格标本重新采集。细菌标本接种于哥伦比亚血琼脂培养基和巧克力培养基,真菌标本接种于沙保氏培养基(均购自郑州安图生物工程股份有限公司),细菌标本在35℃、5%CO₂培养箱培养18~24h,真菌标本在36℃恒温培养箱中培养24~48h。挑取可疑菌落,采用法国梅里埃公司生产的质谱仪鉴定细菌、真菌,该仪器采用的是基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱(MALDI-TOF-MS)技术。全自动细菌鉴定仪VITEK2-XL进行药敏试验及不确定细菌、真菌的复核,VITEK2-XL配套细菌、真菌药敏卡进行药敏试验;采用纸片扩散法(K-B法)进行药敏试验的复核,药敏纸片购自英国Oxoid公司,Mueller-Hinton琼脂培养基购自郑州安图生物工程股份有限公司。操作严格遵循CLSI(Clinical and Laboratory Standards Institute)2024年版标准。

4 抗菌药物使用强度计算

参照WHO药物统计方法协作中心(ATC/DDD)2024年版定义,计算限定日剂量(DDD)。抗菌药物使用强度(AUD)计算公式:AUD=(某抗菌药物总DDD数/同期住院患者总人数)×100%。其中,总DDD数=∑(某药物使用剂量/该药物DDD值),住院总人

天数=Σ(每位患者实际住院天数)。联合用药时分别计算各药物 DDD 数,不累加计算。

5 合理性评估标准

初始用药与指南符合度:CAP 参照 CURB-65 评分(意识障碍、尿素氮、呼吸频率、血压、年龄)评估病情严重程度,轻症选用青霉素类或头孢菌素类,重症联合氟喹诺酮类;HAP 根据耐药风险(住院≥5 d、近期使用抗菌药物等)选用碳青霉烯类或β-内酰胺类/β-内酰胺酶抑制剂复合制剂,符合上述标准视为合理。疗程合理性:CAP 疗程 7~10 d, HAP 疗程 10~14 d,超出推荐疗程且无明确临床指征(如合并脓胸、菌血症)视为不合理。

6 统计学分析

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。计数资料以例数(百分比)表示,组间比较采用χ²检验,P<0.05为差异有统计学意义。

结 果

1 病原菌分布特点

110 例患者中,男 67 例(60.91%),女性 43 例(39.09%),年龄范围 26~92 岁,平均年龄(58.64±16.35)岁,社区获得性肺炎(CAP)104 例(94.55%),医院获得性肺炎(HAP)6 例(5.45%),住院时间 2~27 d,平均住院天数(12.38±5.14)d。所有患者中,共检出病原菌 170 株,革兰阴性菌 116 株(68.24%,116/170),革兰阳性菌 11 株(6.47%,11/170),真菌 43 株(25.29%,43/170)。革兰阴性菌中,包括 42 株肺炎克雷伯菌(24.71%,42/170),24 株铜绿假单胞菌(14.12%,24/170),16 株大肠埃希菌(9.41%,16/170),14 株鲍曼不动杆菌(8.24%,14/170),流感嗜血杆菌、阴沟肠杆菌和粘质沙雷菌各 3 株(1.76%,3/170),产酸克雷伯菌、克氏柠檬酸杆菌、雷氏普罗威登斯菌、奇异变形杆菌、嗜麦芽寡养单胞菌各 2 株(1.18%,2/170),1 株阴沟肠杆菌液化亚种(0.59%,1/170)。革兰阳性菌中,包括 6 株金黄色葡萄球菌(3.53%,6/170),4 株肺炎链球菌(2.35%,4/170),1 株纹带棒状杆菌(0.59%,1/170)。真菌中,包括 28 株白色假丝酵母菌(16.47%,28/170),7 株曲霉菌(4.12%,7/170),光滑假丝酵母菌、热带念珠菌、近平滑念珠菌各 2 株(1.18%,2/170),头状腐生酵母菌、乳酒念珠菌各 1 株(0.59%,1/170)。104 例 CAP 患者共检出病原菌 155 株,革兰阴性菌占 68.39%(106/155),主要为肺炎克雷伯菌(26.45%,41/155)和铜绿假单胞菌(14.19%,22/155);革兰阳性菌占 6.45%(10/155),主要为金黄色葡萄球菌(3.87%,6/155)和肺炎链球菌(2.58%,4/155);真菌占 25.16%(39/

155),主要为白色假丝酵母菌(16.77%,26/155)。6 例 HAP 患者共检出病原菌 15 株,革兰阴性菌占 66.67%(10/15),主要为鲍曼不动杆菌(26.67%,4/15);真菌占 26.67%(4/15),包括 2 株白色假丝酵母菌(13.33%,2/15),近平滑念珠菌和乳酒念珠菌各 1 株(6.67%,1/15)。

2 主要病原菌耐药性分析

2.1 肺炎克雷伯菌耐药性分析 42 株肺炎克雷伯菌对头孢唑林的耐药率最高为 80.95%(34/42),对头孢呋辛、头孢噻肟、左氧氟沙星、环丙沙星的耐药率均高于 50%,分别为 73.81%、54.76%、57.14%、54.76%,对亚胺培南、美罗培南的耐药率低于 10%,均为 7.14%。对头孢他啶、头孢吡肟、哌拉西林/他唑巴坦耐药率分别为 42.86%(18/42)、33.33%(14/42)、26.19%(11/42)。

2.2 白色假丝酵母菌耐药性分析 28 株白色假丝酵母菌对伏立康唑的耐药率最高为 21.43%(6/28),对卡泊芬净、米泊芬净、两性霉素 B 的耐药率低于 10%,为 3.57%(1/28)。对氟康唑、伊曲康唑、氟胞嘧啶耐药率分别为 17.86%(5/28)、10.71%(3/28)、14.29%(4/28)。

3 抗菌药物使用强度分析

抗菌药物总 DDD 数为 445,患者总住院天数为 1 353 d,抗菌药物使用强度为 32.87 DDD/100 人·d,符合国家卫健委推荐阈值(≤40 DDD/100 人·d)。各类抗菌药物使用强度及占比见表 1。

表 1 各类抗菌药物使用强度及占比
Table 1 Usage intensity and proportion of various antimicrobial agents

抗菌药物类别	总 DDD 数	占比(%)	AUD(DDD/100 人·d)
β-内酰胺类	200	44.94	14.75
氟喹诺酮类	111	24.94	8.24
氨基糖苷类	45	10.11	3.33
大环内酯类	27	6.07	2.01
糖肽类(万古霉素)	18	4.04	1.29
联合用药	44	9.89	3.25
合计	445	100.00	32.87

注:联合用药的 AUD 为各药物在联合方案中贡献的 DDD 数总和的占比。

4 抗菌药物合理性评估

初始经验性用药与指南推荐符合率约 78.22%。平均疗程(7.82±2.55)d,CAP 指南推荐疗程 7~10 d,仅 9.43%(10/106)的 CAP 患者因临床症状改善不及时延长疗程至 14 d 以上,耐药风险较低。

讨 论

本研究发现,110 例肺炎患者中,CAP 患者占比 94.55%,HAP 患者占 5.45%。从病原菌分布情况看,共检出病原菌 170 株,革兰阴性菌占 68.24%,革

兰阳性菌占 6.47%，真菌占 25.29%。在 CAP 患者中，革兰阴性菌占 68.39%，主要为肺炎克雷伯菌 (26.45%) 和铜绿假单胞菌 (14.19%)，真菌占 25.16%，主要为白色假丝酵母菌 (16.77%)。白色假丝酵母菌作为人体正常菌群的一部分，广泛定植于皮肤、口腔、肠道、阴道及呼吸道黏膜表面，在健康状态下与宿主共生，但在免疫抑制、菌群失调、黏膜屏障受损等条件下转化为致病菌^[9]。肺炎克雷伯菌和铜绿假单胞菌均为条件致病菌，在社区中也可存在，尤其在老人、有基础疾病者中易引起感染。HAP 患者中，革兰阴性菌占 66.67%，主要为鲍曼不动杆菌 (26.67%)；革兰阳性菌占 6.67%。院内患者人数多，病原菌种类繁多，且极易发生交叉感染。肺炎克雷伯菌等易在医院环境中定植，尤其在 ICU 病房、呼吸科病房等，可经医护人员的手、各种医疗器械等进行传播^[10]。

在本组研究中，肺炎克雷伯菌对头孢唑林的耐药率达 80.95%，对头孢呋辛、头孢噻肟、左氧氟沙星、环丙沙星的耐药率均超过 50%，但是亚胺培南、美罗培南的耐药率较低，只有 7.14%。结果与近年来其他研究报道基本一致^[11]。肺炎克雷伯菌产生耐药性主要是通过产生 β -内酰胺酶来达到目的，其中超广谱 β -内酰胺酶 (ESBLs) 是导致肺炎克雷伯菌对头孢菌素类抗菌药产生耐药的主要原因，而肺炎克雷伯菌还可通过获得耐药基因、改变药物作用靶位等机制对喹诺酮类等抗菌药物产生耐药^[12]。亚胺培南、美罗培南等碳青霉烯类抗菌药因其抗菌谱广、抗菌活性强，也是治疗多耐药肺炎克雷伯菌感染的一线药物，本研究中，肺炎克雷伯菌对亚胺培南、美罗培南的耐药率较低，提示目前该药物对治疗肺炎克雷伯菌感染仍有效。但要警惕的是，随着碳青霉烯类药物的广泛使用，碳青霉烯类耐药肺炎克雷伯菌 (CRKP) 的出现和传播已成为全球性的问题。故而临床应该严格掌握碳青霉烯类用药指征，避免滥用，延缓 CRKP 的产生^[13]。本研究中 28 株白色假丝酵母菌对 6 种临床常用抗真菌药物的耐药率存在显著差异，其中对伏立康唑的耐药率最高 (21.43%)，对卡泊芬净、米卡芬净及两性霉素 B 的耐药率最低 (均为 3.57%)，提示不同类别抗真菌药物耐药性特征与临床应用策略可能存在关联。棘白菌素类药物 (卡泊芬净、米卡芬净) 的耐药率仅为 3.57%，与该类药物作用机制密切相关——其通过抑制真菌细胞壁 β -1,3-葡聚糖合成酶 (FKS) 发挥作用，而 FKS 基因突变导致的耐药在白色假丝酵母菌中发生率较低^[14]。

本研究中抗菌药物使用强度为 32.87 DDD/100 人·d，符合国家卫健委推荐的 ≤ 40 DDD/100 人·d 的阈值，表明该院呼吸内科在抗菌药物使用强度控制方面取得了一定成效。从各类抗菌药物使用强度及占

比来看， β -内酰胺类抗菌药物占比最高，为 44.94%，这与 β -内酰胺类药物抗菌谱广、安全性较高、在肺炎治疗中应用广泛有关。氟喹诺酮类药物占比 24.94%，也是临床治疗肺炎的常用药物之一，尤其在对青霉素类药物过敏或合并其他感染时使用较多。

初始经验性用药与指南建议符合率为 78.22%，提示医院抗菌药物应用总体上规范合理，但仍可提升。平均疗程为 (7.82 ± 2.55) d，对于 CAP 患者，14 d 以上用药占 9.43%，提示医院在疗程上能够较好地把握，用药疗程在 14 d 以下能够达到及时改善临床症状的目的，有效防止了使用时间过长的耐药风险。但医院抗菌药物应用还存在不合理现象，如抗菌药物联合用药占 9.89%，联合用药在治疗严重感染、多重耐药菌感染方面是有必要性的，但是同时，又存在一些与联合指征不相符的联合应用药物，有选择更多种抗菌药物联合使用的不合理现象^[15]。再者，虽然抗菌药物使用强度符合推荐阈值，但由于不同科室、不同医生的用药习惯不同，抗菌药物应用的合理性仍需加强管理。

对于本研究结果分析，为进一步完善肺炎的诊疗和用药，提升肺炎诊疗的精准性与合理性，提出以下建议：(1) 强化病原菌检出及监测：提升临床标本的送检率及送检标本的合格率，不断完善病原菌耐药监测体系，定期公布本地区、本医院的病原菌分布及耐药菌报告，为临床诊疗医师选用抗菌药物提供依据；(2) 优化抗菌药物使用的策略：依据病原菌分布及耐药菌情况，制定个体化的抗菌药物策略方案，严格规范联合应用指征，避免不必要联合用药；(3) 强化抗菌药物监管：强化抗菌药物的监督，常规进行临床抗菌药使用的点评及分析，加强对医务人员的培训，提升医务人员对病原菌的耐药认识以及合理应用抗菌药物的水平；(4) 提升感染防控水平：加强医院感染的预防与控制工作，落实洗手、消毒、隔离等控制医院感染的措施，减少病原菌的传播和交叉感染。

综上所述，本研究明确安徽医科大学附属亳州医院呼吸内科肺炎病人病原菌分布及耐药状况，抗菌药物使用强度总体适度，但还需要进一步优化；采取上述对策能够进一步改善肺炎治疗效果，降低肺炎耐药菌株出现及扩散，提高临床服务治疗水平。

【参考文献】

- [1] 黄海峰, 张丽荣. 细菌性肺炎、病毒性肺炎及支原体肺炎的高分辨率 CT 征象比较[J]. 医学影像, 2025, 9(5): 121-123, 126.
- [2] Sung-Mok J, Lee HJ, Nishiura H. The impact of pneumococcal vaccination on pneumonia mortality among the elderly in Japan: a difference-in-difference study[J]. Peer J, 2023, 10(5): 522-526.
- [3] Teng J, Koeck M, van Tonder M. Geographical migration and fitness dynamics of *Streptococcus pneumoniae* [J]. Nature, 2024, 625(7): 605-612.

(下转 200 页)

- [1] 王启萌, 任哲生, 金文玉, 等. JAK/STAT 信号通路及其抑制剂在瘢痕疙瘩治疗中的研究进展[J]. 中国皮肤性病学杂志, 2025, 39(3):330-335.
- [2] 何悦, 刘丹, 李子榕, 等. 瘢痕疙瘩患者疾病应对方式演变的质性研究[J]. 中华医学美容美容杂志, 2025, 31(1):68-72.
- [3] 刘贵红, 田可敬, 谢建峰. 瘢痕疙瘩切除术后放疗疗效的临床观察[J]. 实用皮肤病学杂志, 2025, 18(4):256-260.
- [4] 郭晓菲. 瘢痕疙瘩的形成原因及临床治疗的研究进展[J]. 中国医药导报, 2024, 21(17):199-200.
- [5] Ran X, Liu Y, Zhu S, et al. Principle and clinical application of keloid core excision technique[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2023, 37(12):1569-1577.
- [6] 吴丽珍, 后晨蓉, 谢振谋, 等. 曲安奈德联合玻璃酸钠注射辅助浅层 X 线放射治疗多发性瘢痕疙瘩的有效性研究[J]. 中华整形外科杂志, 2021, 37(1):79-83.
- [7] 柳承业, 徐凯, 林瀚. 曲安奈德与 A 型肉毒毒素联合注射治疗瘢痕疙瘩的疗效观察[J]. 中国美容整形外科杂志, 2020, 31(7):430-432.
- [8] Lee YC, Davis SD, Romaguera W, et al. Implementation of superficial radiation therapy (SRT) using SRT-100 Vision™ for non-melanoma skin cancer in a Radiation Oncology clinic[J]. J Appl Clin Med Phys, 2023, 24(6):e13926.
- [9] Qi W, Xiao X, Tong J, Guo N. Progress in the clinical treatment of keloids[J]. Front Med (Lausanne), 2023, 10:1284109.
- [10] Cacioppo M, De Zorzi R, Syrgiannis Z, et al. Microscopy and modelling investigations on the morphology of the biofilm exopolysaccharide produced by *Burkholderia multivorans* strain C1576[J]. Int J Biol Macromol, 2023, 253(Pt 6):127294.
- [11] Jurado-Martin I, Sainz-Mejias M, McClean S. *Pseudomonas aeruginosa*: An audacious pathogen with an adaptable arsenal of virulence factors[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(6):3128.
- [12] Hurlow J, Wolcott RD, Bowler PG. Clinical management of chronic wound infections: The battle against biofilm[J]. Wound Repair Regen, 2025, 33(1):e13241.
- [13] Aboussekhra A, Alraouji NN, Al-Mohanna FH, et al. Ionizing radiation normalizes the features of active breast cancer stromal fibroblasts and suppresses their paracrine pro-carcinogenic effects[J]. Transl Oncol, 2023, 37:101780.
- [14] 邓豫豫, 艾勇, 洪克春, 等. 环钻术联合局部注射复方倍他米松和浅层 X 射线放射治疗瘢痕疙瘩的临床疗效研究[J]. 临床皮肤科杂志, 2025, 54(4):197-201.
- [15] 周萌, 赵莲英, 于海洋, 等. 浅层 X 线在皮肤科中的应用进展[J]. 中国激光医学杂志, 2024, 33(3):171-175.
- [16] Mandato A, Byeon CH, Tunc A, et al. Elucidation of radical degradation in native biofilms by EPR Sheds light on bacterial resistance and efficient DNP solid-state NMR [J]. bioRxiv [Preprint], 2025:665160.
- [17] Balducci E, Papi F, Capialbi DE, Del Bino L. Polysaccharides' structures and functions in biofilm architecture of antimicrobial-resistant (AMR) pathogens[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(4):4030.
- [18] Pai L, Patil S, Liu S, Wen F. A growing battlefield in the war against biofilm-induced antimicrobial resistance: Insights from reviews on antibiotic resistance[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2023, 13:1327069.
- [19] Marianantoni G, Meogrossi G, Tollapi E, et al. Antimicrobial peptides active in *in vitro* models of endodontic bacterial infections modulate inflammation in human cardiac fibroblasts[J]. Pharmaceutics, 2022, 14(10):2081.
- [20] Mihai MM, Balaceanu-Gurau B, Ion A, et al. Host-microbiome crosstalk in chronic wound healing[J]. Int J Mol Sci, 2024, 25(9):4629.
- [21] Gushiken LFS, Beserra FP, Bastos JK, et al. Cutaneous wound healing: An update from physiopathology to current therapies[J]. Life (Basel), 2021, 11(7):665.
- [22] 吴京涛, 李娅, 谢海莲, 等. 环钻切除术联合浅层 X 线放射治疗在胸部多发性瘢痕疙瘩中的应用[J]. 中国医疗美容, 2025, 15(2):43-47.
- [23] 谢凯, 刘国艳, 曹楠, 等. 胸廓内动脉穿支皮瓣联合浅层 X 线治疗女性胸部瘢痕疙瘩疗效评价[J]. 中国麻风皮肤病杂志, 2024, 40(11):792-794.

【收稿日期】 2025-08-29 【修回日期】 2025-11-24

(上接 195 页)

- [4] 尹加林, 魏静, 徐坤, 等. 齐齐哈尔市 156 例小儿社区获得性肺炎的病原学特点及影响预后的相关因素分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2021, 16(3):352-355.
- [5] Zilberberg MD, Nathanson BH, Sulham K, et al. Multidrug resistance inappropriate empiric therapy and hospital mortality in *Acinetobacter baumannii* pneumonia and sepsis[J]. Critical Care, 2021, 26(1):221-225.
- [6] 韩萌, 杨国宁, 王鑫洁, 等. 医院碳青霉烯类抗菌药物临床应用情况及用药合理性分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2025, 20(7):866-870.
- [7] 中华医学会呼吸病学分会. 中国成人社区获得性肺炎诊断和治疗指南(2016 年版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2016, 39(4):253-279.
- [8] 中华医学会呼吸病学分会感染学组. 中国成人医院获得性肺炎与呼吸机相关性肺炎诊断和治疗指南(2018 年版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2018, 41(4):255-280.
- [9] Morschhäuser J. The development of fluconazole resistance in *Candida albicans*-an example of microevolution of a fungal pathogen[J]. J Microbiol, 2024, 63(1):25-34.
- Gajdos B, Pilmis B, Guillemot D, et al. Carriage and transmission of *Streptococcus pneumoniae* and *Staphylococcus aureus* in children: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Microbiol Rev, 2021, 34(2):264-270.
- [10] Patel S, Johnson L, Lee, K, et al. Colonization dynamics of *Klebsiella pneumoniae* in respiratory wards: association with contaminated medical equipment and healthcare worker hand hygiene[J]. Am J Infect Control, 2023, 51(8):921-927.
- [11] Grundmann H, Peters J, Werner G, et al. Transmission routes of *Klebsiella pneumoniae* in hospital environments: focus on ICU and respiratory care units[J]. Clin Microbiol Infect, 2021, 27(5):734-741.
- [12] Berg C, Camilla B. ESBL-producing *Klebsiella pneumoniae*: Prevalence, epidemiology, and clinical impact [J]. Front Microbiol, 2021, 12(7):723-726.
- [13] Giannella M, Mills AM. Association between carbapenem exposure and *Klebsiella pneumoniae* colonization with hypervirulent KPC-producing clones[J]. Clin Infect Dis, 2021, 73(5):929-937.
- [14] Znaidi M. Invasive candidiasis: Challenges in diagnosis and management[J]. Nat Rev Microbiol, 2023, 21(5):291-305.
- [15] Mera AA, Mohammad AD, Abeer MR. Antimicrobial use and mortality among intensive care unit patients with bloodstream infections: Implications for stewardship programs [J]. Heliyon, 2022, 8(8):828-832.

【收稿日期】 2025-08-14 【修回日期】 2025-11-07