

Distribution and drug resistance of pathogenic bacteria in urinary calculi combined with urinary tract infection

Ming Yi Wangqing Xiao Zhong Cao Daozhong Deng Jundan Hu

Xishui County People's Hospital affiliated to Hubei University of Technology, Huanggang, Hubei, 438200, China

Abstract

This study investigates the pathogen distribution and antimicrobial resistance patterns in patients with urinary tract stones complicated by urinary tract infections (UTIs), a prevalent condition in urological practice. The presence of concurrent infections significantly complicates diagnosis and treatment. Through systematic literature review and data integration, our findings indicate that Gram-negative bacilli dominate the causative pathogens, with *Escherichia coli* (*E. coli*) being the predominant species. Antimicrobial susceptibility testing reveals enhanced sensitivity of *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* to vancomycin, ampicillin, and ticarcillin, while *E. coli* and *Pseudomonas aeruginosa* demonstrate high sensitivity to imipenem. Understanding these pathogen distribution patterns and resistance mechanisms will improve antimicrobial therapy strategies, provide scientific support for enhancing clinical efficacy, and optimize patient outcomes.

Keywords

urinary system stones; urinary tract infection; pathogenic bacteria distribution; drug resistance

泌尿系统结石合并尿路感染的病原及耐药分析

易明 肖旺清 曹仲 邓道中 胡俊丹

湖北科技学院附属浠水县人民医院, 中国·湖北 黄冈 438200

摘要

本研究针对泌尿系统结石合并尿路感染患者的病原菌分布情况及其耐药性展开研究, 此类病症属于泌尿外科常见的多发病种。由于合并感染, 诊治难度明显加大, 经过对相关文献进行整理汇总并整合已有的数据, 结果显示该类患者的致病菌以革兰氏阴性杆菌为主, 其中大肠埃希菌所占比例最高。药敏试验显示, 粪肠球菌和屎肠球菌对万古霉素, 氨苄西林以及替考拉宁的敏感性较高, 大肠埃希菌和铜绿假单胞菌对亚胺培南的敏感性也比较高, 探究病原菌分布规律及其耐药机理, 有益于改进抗菌药物的应用策略, 还能为提高临床疗效, 改善患者预后给予科学支持。

关键词

泌尿系统结石; 尿路感染; 病原菌分布情况; 耐药性

1 引言

泌尿系统结石属于泌尿外科范畴里比较常见的疾病, 它的发病率在泌尿系统疾病当中占比较高的位置。有些病人会并发尿路感染, 这种情况既加大了临床诊治的难度, 又造成了结石同感染之间的恶性循环现象, 这种循环也许会加重上尿路积水的风险, 给肾功能带来不良影响。仔细探究泌尿系统结石合并尿路感染病人的病原菌分布情况及其耐药性规律, 对于指导临床合理应用抗菌药物, 改良治疗计划, 改善患者预后有着非常重要的理论意义和实际意义。

2 泌尿系统结石伴尿路感染的现状

2.1 泌尿系统结石的发病状况与流行趋势分析

泌尿系统结石是泌尿外科的重点疾病之一, 它的发病率在泌尿系统疾病中排第一, 占总发病率的 90%^[1]。这个病的发生牵扯到多种因素的相互影响, 包含地理环境, 饮食习惯, 生活作息以及遗传背景等诸多方面, 相关研究表明, 不同地域间的发病率有着明显差别, 热带和亚热带地区由于高温高湿的气候状况致使尿液浓缩程度增大, 这会极大增强结石形成的概率。

从年龄结构特点来看, 泌尿系统结石会波及到全生命周期内各类型人群。不过高发人群主要是集中在青壮年阶段, 随着年龄的增长, 该病的发病率呈现出明显的波动趋势, 在儿童和青少年群体当中, 这种疾病比较少见。近些年来, 由于生活方式以及饮食结构发生改变, 儿童泌尿系统结石的发病率慢慢提升, 就老年患者而言, 泌尿系统结石高发的现

【作者简介】易明 (1991-), 男, 中国湖北浠水人, 硕士, 主治医师, 从事泌尿系统及男科临床常见疾病诊疗研究。

象跟其肾功能衰退,代谢异常等因素紧密相关。

2.2 泌尿系统结石患者中合并尿路感染的比例研究

泌尿系统结石患者合并尿路感染的比例在不同研究中存在一定差异,主要受研究对象特征及统计方法的影响。例如,宁德市人民医院的一项研究中^[2],在154例泌尿系统结石患者中有33例合并尿路感染,感染率为21.43%。另据天津医科大学第二医院数据^[3],在180例接受手术治疗的老年上尿路结石患者中,有40例发生术后尿路感染,感染率为22.22%。上述研究为临床判断感染风险提供了重要参考。

2.3 此类疾病给患者健康与临床治疗带来的挑战

泌尿系统结石并发尿路感染对于患者健康有着明显的威胁。一方面感染加重了患者的临床症状,比如尿频、尿急、排尿疼痛以及发热等,这会极大程度地降低患者的生活质量;另一方面,如果感染没有被及时有效地控制住,那么就可能会导致肾功能受损,并且进一步发展成为终末期肾病。两者之间相互影响所形成的一种复杂的病理生理反馈机制既大大增加了疾病的诊断难度,又极大地提升了治疗过程中的困难程度。

泌尿系统结石合并尿路感染的临床诊治遭遇诸多困境。病原微生物种类繁多且耐药性特点错综复杂,如何恰当选取抗菌药物变成关键难题,倘若治疗手段选择失误,就很难达到控制感染的目的,反而会加快耐药菌株的出现,使得病情管理愈发困难,结石对药物的吸收和分布有着明显影响,其表面产生的生物被膜成了细菌的天然防护层,致使感染难以被完全清除。

3 病原菌分布情况

3.1 病原菌的总体分类:革兰氏阴性菌、革兰氏阳性菌与真菌等

泌尿系统结石并发尿路感染的病原体主要分为革兰氏阴性菌、革兰氏阳性菌、真菌三大类群^[4]。革兰氏阴性菌是主要致病因素,主要包括大肠埃希菌、铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯菌、产气肠杆菌、不动杆菌属、阴沟肠杆菌等。革兰氏阳性菌主要包括粪肠球菌、屎肠球菌、金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌等。真菌感染在该临床情况下的发生率较低,但其危害不容小觑,常见的真菌感染类型有热带念珠菌、白色假丝酵母菌等。

3.2 泌尿系统结石合并尿路感染中各类病原菌的分布占比

根据研究数据得知泌尿系统结石合并尿路感染患者的主要致病菌群是革兰氏阴性菌,革兰氏阴性菌的占比远大于革兰氏阳性菌和真菌。根据150例临床病例的分析^[5],在收集到的150例中段晨尿样本中,共分离出198株病原菌,革兰氏阴性菌122株,占总分离菌株的61.62%,革兰氏阳性菌67株,占总分离菌株的33.84%,真菌9株,占总分离菌株的4.54%。

革兰氏阴性菌群体中,大肠埃希菌分布比例最高,达48.36%。铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯菌分布特征明显,在革兰氏阳性菌类别中,粪肠球菌占主导地位,占比43.28%,其次为屎肠球菌,占比25.37%,在真菌类群中,热带念珠菌、白色假丝酵母菌检出频率较高,且具有重要生物学意义。

3.3 常见病原菌种类及其占比分布

泌尿系统结石合并尿路感染的病原菌种类繁多,其中以革兰氏阴性菌为主,其次为革兰氏阳性菌及真菌。各类致病菌的分布情况对临床治疗的抗菌药物选择和预后判断具有重要意义。

3.3.1 革兰氏阴性菌

革兰氏阴性菌在泌尿系统结石合并感染的病原谱中占据主导地位。大肠埃希菌作为最主要的革兰氏阴性致病菌之一,在临床样本中具有较高的检出率。该菌通过鞭毛、荚膜及毒力因子介导的黏附与侵袭机制破坏泌尿上皮屏障,引发急性慢性尿路感染。铜绿假单胞菌是另一种临床常见的致病菌,具备显著的多重耐药性和较强的生物膜形成能力,对多种常用抗菌药物表现出天然抗性,常见于住院时间较长或免疫力低下的患者。肺炎克雷伯菌在该类患者中的检出率亦不容忽视,其通过产ESBLs(超广谱 β -内酰胺酶)机制降低对多种抗生素的敏感性,影响治疗效果。此外,产气肠杆菌、不动杆菌属和阴沟肠杆菌虽检出率相对较低,但均具有一定的致病力和耐药性,尤其在长期住院和反复感染患者中更应引起重视。

3.3.2 革兰氏阳性菌

革兰氏阳性菌在泌尿结石相关感染中亦有一定的分布比例,其中以肠球菌属最为常见。粪肠球菌在泌尿系统中具有较强的致病潜能,尤其在结石相关梗阻或导管相关感染中更为突出。该菌对多种常用抗菌药物仍保持一定敏感性,但亦存在耐药株的流行风险。屎肠球菌次之,其部分菌株对氨基糖苷类、青霉素类抗生素具有较高耐药率,可能影响一线治疗方案。此外,金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌在检测中也有检出,其中金黄色葡萄球菌因可产生多种毒素并形成MRSA(耐甲氧西林金黄色葡萄球菌)而引起关注;表皮葡萄球菌虽为正常皮肤菌群,但在免疫抑制或创伤情况下可诱发机会性感染。

3.3.3 真菌

在泌尿系统结石合并感染患者中,真菌感染的比例相对较低,但在特定人群(如长期应用广谱抗生素、糖尿病或免疫功能低下者)中并不少见。热带念珠菌是最主要的致病真菌,常引起泌尿道黏膜感染,表现为尿频、尿痛等非特异性症状。白色念珠菌次之,亦可导致泌尿系统炎症,甚至形成真菌球,增加泌尿道梗阻风险。鉴于真菌感染的隐匿性与易忽视性,在抗菌治疗效果不佳时,应考虑进行真菌培养与药敏检测,以明确病原并指导治疗。

4 病原菌耐药性分析

4.1 各类抗菌药物对不同病原菌的耐药情况

临床上常见的泌尿系统结石合并尿路感染病原菌对多种抗菌药物呈现出不同的敏感性与耐药性，这为抗感染治疗策略的选择提出挑战。根据病原菌的不同类型，其耐药谱亦存在显著差异。

4.1.1 革兰氏阳性菌

粪肠球菌和屎肠球菌对传统的一些抗菌药物仍具有一定敏感性，如万古霉素、氨苄西林、替考拉宁等，其耐药率相对较低。但同时，这两类肠球菌对部分常用抗生素如庆大霉素、红霉素和青霉素 G 表现出较高的耐药性，提示临床治疗中需结合药敏结果，慎重选择药物。此外，部分金黄色葡萄球菌已发展为耐甲氧西林金黄色葡萄球菌（MRSA），对多种传统 β -内酰胺类抗生素产生耐药，但仍对新型抗菌药物如万古霉素和利奈唑胺等保持良好敏感性。

4.1.2 革兰氏阴性菌

大肠埃希菌作为泌尿系统感染中的主要革兰氏阴性菌，对亚胺培南等碳青霉烯类抗生素普遍敏感，但对多种头孢菌素类药物的耐药性显著升高，尤其是在重复感染或滥用抗生素的患者中更为常见。铜绿假单胞菌同样对亚胺培南保持较高敏感性，但其对头孢他啶、头孢唑林等 β -内酰胺类抗生素耐药水平差异较大，部分菌株已呈现高度耐药性，严重影响常规治疗的效果。

4.2 常见病原菌的耐药特点

粪肠球菌和屎肠球菌均存在多重耐药现象，并且这种耐药性还表现出不断增强的趋势。它们的抗药性产生主要依靠多种机制，如编码特定的 β -内酰胺酶、调节细胞壁渗透能力以及整合耐药质粒等，这两种细菌借助水平基因转移的方式获得耐药基因，进而推动耐药表型在群体内部快速传播并扩大其扩散速率。

大肠埃希菌多重耐药性主要是由于超广谱 β -内酰胺酶（ESBLs）和 AmpC 酶的作用，携带 ESBLs 基因的菌株对头孢菌素类、氨基糖苷类有很强的抗性，但是对碳青霉烯类、头霉素类抗生素仍然保持敏感性；而产生 AmpC 酶的菌株对头孢菌素类、氨基糖苷类等多种抗菌药物有耐药性，对碳青霉烯类药物的敏感性相对较高。

铜绿假单胞菌有诸多不同的耐药特性，其主要的耐药机制在于产酶能力和调控外膜蛋白表达的能力与主动外排系统之间的共同作用下实现的。它本身具有天然的耐药特点，并且很容易发生由于基因突变导致的适应性耐药状况出现，这对临床上的诊疗带来了很大的难度和复杂性。

4.3 耐药性产生的原因与机制探讨

抗菌药物被过度使用是造成细菌耐药性明显增强的重

要原因。在实际医疗操作过程中，一些医务人员有着不合理用药的情况，缺乏针对性，用药剂量控制不准，疗程时间过长等等，这种不规范的治疗手段也许会对病原微生物产生一种选择性压力，促使耐药菌株出现并流传。

病原微生物在生长繁殖时很容易出现遗传变异现象，于是就产生了对抗生素具备抗性的突变株，这类突变株往往有着更强的生存能力以及环境适应性，在某些抗生素的作用之下依然能够存活，并且不断增长。金黄色葡萄球菌通过基因突变发展成为耐甲氧西林金黄色葡萄球菌（MRSA），这种菌株对于很多传统的抗菌药物表现出明显的耐药性特征。

结石表面容易产生生物膜，给细菌给予合适的生长和繁殖环境。生物膜可以极大妨碍抗菌药物朝细胞内部渗透的能力，进而削减其临床疗效，在这个过程中，生物膜内的细菌通过水平基因转移之类的方式传递耐药基因，促使耐药性表型在群体中流传并扩展。

5 结论与展望

泌尿系统结石合并尿路感染患者病原体分布特点显示，革兰氏阴性杆菌是主要致病菌群。大肠埃希菌占优势，革兰氏阳性菌中粪肠球菌和屎肠球菌检出率较高，真菌感染发生率较低，从耐药性看，粪肠球菌和屎肠球菌对万古霉素，氨苄西林，替考拉宁敏感度高，大肠埃希菌和铜绿假单胞菌对亚胺培南敏感度高，不同病原菌对抗菌药物的耐药谱存在明显差异且逐年升高。

未来需要开展多中心、深入研究病原菌空间分布情况以及耐药性发展规律。可以给临床治疗决策给予科学支撑，加强抗菌药物规范管理，这是阻止细菌耐药性蔓延的主要手段，也是改良医疗操作的重要途径，要完善抗菌药物使用监管机制，加大医务人员专业训练力度，改善他们合理用药观念和实际操作水平，促使临床用药行为朝着规范化，精准化方向发展。

参考文献

- [1] 崔雅清,周娇,师正燕,等.泌尿外科手术设备感染控制中可靠性评估模型的构建与分析[J].中国医学装备,2023,20(04):149-153.
- [2] 陈健,吴健平,李建军,等.闽东地区泌尿系结石性尿路感染的危险因素及病原学研究[J].现代生物医学进展,2025,25(09):1534-1541.
- [3] 王思源,权昌益,齐士勇.结石相关尿源性脓毒症的研究进展[J].临床泌尿外科杂志,2025,40(02):136-140.
- [4] 周旭.泌尿系统感染病原菌检验及检验常见菌耐药性分析[J].中外医疗,2014,33(16):190-191.
- [5] 李静,程莹莹,程沛,等.泌尿系统结石合并尿路感染的病原菌分布及耐药性分析[J].临床医学,2024,44(09):25-27.DOI:10.19528/j.issn.1003-3548.2024.09.008.