

DOI:10.13350/j.cjpb.250624

• 综述 •

## 高校结核分枝杆菌潜伏感染及预防性治疗研究进展

李娟<sup>1</sup>, 申博<sup>2</sup>, 何天一<sup>2\*</sup>

(1. 北京外国语大学医院, 北京 100089; 2. 天津英华实验学校)

**【摘要】** 全球范围内大约有四分之一的人口曾经感染过结核分枝杆菌, 在这些感染者中, 有5%~10%的患者可能会从结核潜伏感染状态转变为活动性结核病, 对于结核潜伏感染的正确诊断和治疗, 是阻止结核病流行和传播的关键措施之一。高校因其特殊环境和高密度人群, 成为结核病传播的高风险区域, 结核分枝杆菌潜伏感染严重影响高校师生健康, 预防性治疗成为关键策略。本文基于结核分枝杆菌的生物学特性、结核病的流行病学特征及潜伏感染的定义与诊断方法, 探讨了高校人群中的感染特点和流行情况, 分析了预防性治疗的必要性和有效性, 提出了针对高校师生的综合防控措施, 以为降低结核病发病率提供科学依据。

**【关键词】** 结核分枝杆菌; 潜伏感染; 预防性治疗; 高校防控; 综述

**【文献标识码】** A **【文章编号】** 1673-5234(2025)06-0805-04

[Journal of Pathogen Biology. 2025 Jun.; 20(06):805-808.]

### Research progress on latent infection of *Mycobacterium tuberculosis* and preventive treatment in colleges and universities

LI Juan<sup>1</sup>, SHEN Bo<sup>2</sup>, HE Tianyi<sup>2</sup> (1. Beijing Foreign Studies University, Beijing 100089, China; 2. Yinghua Academy of Tianjin)

**【Abstract】** Approximately a quarter of the global population has been infected with *Mycobacterium tuberculosis*. Among these infected individuals, 5% to 10% of patients may transform from the latent tuberculosis infection state to active tuberculosis. The correct diagnosis and treatment of latent tuberculosis infection are one of the key measures to prevent the epidemic and spread of tuberculosis. Due to its special environment and high-density population, colleges and universities have become high-risk areas for the transmission of tuberculosis. Latent infection of *M. tuberculosis* seriously affects the health of teachers and students in colleges and universities, and preventive treatment has become a key strategy. Based on the biological characteristics of *M. tuberculosis*, the epidemiological characteristics of tuberculosis, and the definition and diagnostic methods of latent infection, this article explores the infection characteristics and prevalence among the college population, analyzes the necessity and effectiveness of preventive treatment, and proposes comprehensive prevention and control measures for teachers and students in colleges and universities, with the expectation of providing a scientific basis for reducing the incidence of tuberculosis.

**【Keywords】** *Mycobacterium tuberculosis*; latent infection; preventive treatment; prevention and control in colleges and universities; review

\* 结核病作为一种由结核分枝杆菌 (*Mycobacterium tuberculosis*) 引发的慢性传染病, 严重危害人类健康并具有广泛的社会影响。结核分枝杆菌独特的生物学特性, 给结核病的诊断和治疗带来了巨大挑战。高校作为人口密集且流动性大的特殊环境, 学生和教职工的健康状况至关重要。了解高校结核分枝杆菌潜伏感染的现状及预防性治疗的研究进展, 对于构建有效的防控体系、保护高校师生健康以及为全球结核病防控贡献力量具有重要意义。本文旨在对高校结核分枝杆菌潜伏感染及预防性治疗的研究进展进行全面综述, 以为高校结核病的防控提供参考。

### 1 结核分枝杆菌概述

**1.1 结核分枝杆菌的生物学特性** 结核病临床表现多样, 不仅对患者的身体健康构成威胁, 而且由于其传染性, 它还是一种严重危害人类健康、具有广泛社会影响的慢性传染病<sup>[1]</sup>。

结核分枝杆菌属于分枝杆菌属, 具有独特的细胞壁结构,

富含脂质, 这使得它对许多常用的消毒剂和抗生素具有天然的抵抗力<sup>[2]</sup>。结核分枝杆菌的细胞壁中含有的脂质成分, 如硫脂和蜡质 D, 能够形成一层保护屏障, 降低药物的渗透性, 从而使治疗变得复杂和困难<sup>[3]</sup>。结核分枝杆菌具有抗酸性, 能在人体内长期潜伏, 甚至在免疫系统功能正常的情况下也不易被清除, 其生物学特性在结核病的流行病学特征和潜伏感染的诊断与管理中起着至关重要的作用。

结核分枝杆菌的另一个显著特性是其在宿主体内的潜伏感染能力。潜伏感染指的是细菌在宿主体内存活而不引起疾病, 但有潜在的激活风险。当宿主遭受结核分枝杆菌的感染之

\* **【通信作者】** 何天一, E-mail: 506747652@qq.com

**【作者简介】** 李娟 (1981-), 女, 山西长治人, 硕士研究生, 主治医师, 主要从事学校结核病预防管理、传染病预防管理工作。E-mail: lijuan3060@126.com

后,机体将会进入潜伏性结核感染的阶段。在这个阶段中,尽管结核分枝杆菌依然存在于人类宿主的体内,但它们被宿主的免疫系统有效地限制在了肉芽肿的结构内<sup>[4]</sup>。由于这种限制,宿主并不会表现出任何活动性结核病的临床症状<sup>[5]</sup>。根据世界卫生组织(WHO)的估算,全球范围内大约有接近20亿人受到结核潜伏感染的影响<sup>[6]</sup>。在结核病负担较重的30个国家中,我国的排名位于第三位,大约有85%~90%的结核病患者是由这些潜伏感染者发展而来的<sup>[7]</sup>。这一现象提示,了解结核分枝杆菌的生物学特性对于早期识别和干预潜伏感染至关重要。

此外,结核分枝杆菌的生物学特性还包括其在不同环境条件下的生长速率和代谢能力。结核分枝杆菌在宿主体内生长缓慢,这使得其感染的诊断和治疗周期较长。标准的抗结核治疗需要持续6个月以上,而耐药结核病的治疗则可能需要长达两年。因此,研究结核分枝杆菌的代谢途径和生长条件,有助于开发新的治疗策略,缩短治疗时间,提高治愈率。

**1.2 结核病的流行病学特征** 结核病的流行病学特征揭示了其在全球范围内的广泛分布和对人类健康的严重威胁。特别是在发展中国家,结核病的流行率和死亡率尤其高,这与贫困、营养不良、居住条件拥挤以及HIV/AIDS的高发等因素密切相关。高校作为人口密集且流动性大的特殊环境,结核分枝杆菌潜伏感染的管理与防控显得尤为重要。高校学生群体的健康状况直接关系到社会的未来,因此,对高校结核分枝杆菌潜伏感染的监测与管理策略的研究,不仅有助于保护学生健康,还能为结核病的全球防控贡献力量。

**1.3 结核分枝杆菌潜伏感染的定义与诊断** 结核分枝杆菌潜伏感染被定义为一种特定的免疫状态,即个体对结核分枝杆菌抗原的刺激产生了持续的免疫反应,但在此过程中并没有出现任何临床症状或体征,表明结核病处于活动性状态<sup>[8]</sup>。

结核分枝杆菌潜伏感染的诊断一直是全球结核病防控工作中的一个重大挑战。由于潜伏感染者没有明显的临床症状,传统的诊断方法如痰涂片和培养检测往往无法有效识别这些个体。近年来,随着分子生物学技术的发展,干扰素- $\gamma$ 释放试验(IGRA)和结核菌素皮肤试验(TST)成为诊断潜伏感染的常用工具<sup>[9]</sup>。然而,这些方法的敏感性和特异性仍存在局限性。此外,潜伏感染的诊断还面临着成本效益比的挑战,特别是在资源有限的高校环境中,如何平衡诊断成本与防控效果成为亟待解决的问题。因此,开发更准确、更经济的潜伏感染诊断方法,对于高校结核病的早期发现和有效防控具有重要意义。

## 2 高校结核分枝杆菌潜伏感染的现状

**2.1 高校人群的结核分枝杆菌感染特点** 在高校人群中,结核分枝杆菌潜伏感染的特征与一般人群有所不同,主要体现在年轻化、密集化和知识化三个层面。首先,高校学生群体普遍年轻,这使得他们对结核分枝杆菌的免疫反应可能更为活跃,但同时也意味着一旦感染,其传播速度可能更快。其次,高校环境的密集性为结核分枝杆菌的传播提供了便利条件。学生宿舍、教室等封闭空间的通风不良,加之学生群体间密切的社交活动,极易形成感染的“热点”<sup>[10]</sup>。最后,高校学生通常具有较高的知识水平和健康意识,这为实施有效的预防性治疗和健康教育提供了良好的基础。然而,这也要求高校在结核病防控上采取更为科学和系统的管理策略,如定期开展结核病知识讲

座、推广潜伏感染的筛查和早期干预措施。在高校中推广结核分枝杆菌潜伏感染的预防性治疗,对于控制结核病的传播具有重要意义。

**2.2 高校结核分枝杆菌潜伏感染的流行情况** 在高校环境中,结核分枝杆菌潜伏感染的流行情况不容忽视。在高校这一特定群体中,由于学生和教职工密集,加之学习和工作压力大,免疫系统可能受到抑制,这为结核分枝杆菌的传播提供了有利条件<sup>[11,12]</sup>。部分高校存在筛查不到位、防控措施不力等问题,进一步加剧了感染风险。因此,加强高校结核病防控体系建设,提升师生健康意识,显得尤为迫切。潜伏感染的早期识别和干预是关键,建议高校建立完善的监测系统,定期进行筛查,并结合健康教育,提升自我防护能力。同时,优化资源配置,确保防控措施落实到位,从而有效遏制结核病的传播。针对高校结核分枝杆菌潜伏感染的高流行率,对包括高校在内的重点人群进行主动筛查,推广应用分子生物学检测技术,确保早期发现。同时还需重点关注高校结核病患者从出现症状到就诊的延迟问题,通过强化主动筛查和健康教育,缩短这一时间差,提升早期诊断率,从而有效减少结核病在高校的传播风险。

## 3 预防性治疗的理论基础

**3.1 预防性治疗的定义与目的** 预防性治疗 在结核分枝杆菌潜伏感染管理中扮演着至关重要的角色,其定义是指在没有活动性结核病症状的情况下,对结核分枝杆菌潜伏感染者进行药物治疗,以减少其发展为活动性结核病的风险<sup>[13]</sup>。因此,预防性治疗的目的不仅在于降低个体发病风险,更在于通过减少传染源来控制结核病的传播,从而对公共卫生产生积极影响。

在高校这一特定环境中,预防性治疗尤为重要。通过实施预防性治疗,可以有效降低高校结核分枝杆菌潜伏感染者的发病概率,从而保护这一特殊群体的健康,维护高校的教学秩序和生活秩序。

**3.2 预防性治疗的药物选择与使用原则** 在高校结核分枝杆菌潜伏感染的预防性治疗中,药物选择与使用原则是至关重要的,预防性治疗药物的选择应基于药物的安全性、耐受性、疗效以及成本效益比。预防性治疗的实施需要基于科学的诊断和合理的药物选择。目前,国际上推荐使用异烟肼(INH)和利福平(RFP)作为预防性治疗的主要药物<sup>[14]</sup>。然而,药物选择需考虑个体的耐药性、药物相互作用以及潜在的副作用。异烟肼(INH)由于其良好的预防效果和相对较低的成本,长期以来被广泛用于预防性治疗。然而,由于其潜在的肝毒性,对于特定人群(如肝功能不全者)的使用需格外谨慎。此外,利福平(RFP)和利福喷丁(RPT)也被证明在预防性治疗中具有一定的效果,但其使用需考虑药物相互作用和耐药性问题。因此,在药物使用原则方面,预防性治疗应遵循个体化治疗原则,结合患者的具体情况(如感染风险、药物耐受性、潜在的药物相互作用等)进行综合评估,确保治疗安全有效<sup>[15-16]</sup>。同时,定期监测药物副作用,及时调整用药策略,以最大化预防性治疗的效果。此外,高校应建立健全预防性治疗的随访机制,确保患者依从性,及时发现并处理治疗过程中出现的问题。通过多学科协作,整合医疗资源,提升预防性治疗的综合管理水平,从而有效降低结核病在高校的传播风险,保障师生健康。

## 3.3 预防性治疗的研究进展

**3.3.1 国内外预防性治疗的临床试验结果** 近年来,随着全

球结核病预防性治疗研究的不断深入,国内外多项临床试验结果为高校结核分枝杆菌潜伏感染的预防性治疗提供了重要的科学依据。国外针对大学生的研究显示,采用利福喷丁(RPT)治疗12周,潜伏感染进展为活动性结核的风险降低了50%<sup>[17-18]</sup>。这一结果不仅证实了预防性治疗的有效性,也为高校高密度人群聚集区域的防控策略提供了有力支持。

国内研究则发现,联合使用INH和RFP的方案在降低潜伏感染风险方面效果显著,但需注意监测肝功能<sup>[19]</sup>。这些研究成果为高校制定更精准的预防性治疗方案提供了有力支持。同时,研究还表明,个体化治疗方案在提高依从性和减少副作用方面表现优异<sup>[20]</sup>。然而,这些治疗方案也面临着耐药性发展和药物副作用等挑战,需要在实际应用中细致的风险评估和监测。未来,结合基因检测技术,有望进一步优化药物选择,实现精准预防。此外,加强校园健康教育,提高师生对预防性治疗的认知,也是提升治疗效果的关键环节。

**3.3.2 预防性治疗的策略与指南更新** 鉴于全球结核病防控形势的变化,预防性治疗策略和指南也在不断更新<sup>[6]</sup>。新指南强调基于风险评估的分层管理,细化了不同风险人群的治疗方案。同时,推荐使用新型药物组合,以降低耐药风险。在高校结核分枝杆菌潜伏感染的防控中,预防性治疗策略的及时更新和实施,对于控制结核病的传播具有不可估量的价值。高校应根据最新指南,结合实际情况,制定个性化的预防性治疗计划,确保防控措施的科学性和有效性。定期组织专业培训,提升医务人员的防控能力,亦是关键举措。新指南还建议加强跨部门合作,整合公共卫生资源,形成防控合力。通过建立信息共享平台,实时监测疫情动态,及时调整防控策略。同时,注重心理健康支持,缓解患者心理压力,提升整体治疗效果。高校应积极响应,落实各项措施,构建全方位的结核病防控体系。新指南还指出,针对高校结核病防控,应重点关注新生入学体检和定期筛查,确保早发现、早治疗。数据显示,自2014-2018年全国学生结核病发病率又处于缓慢上升的状态<sup>[21-22]</sup>。

## 4 高校结核分枝杆菌潜伏感染的管理与防控

**4.1 高校结核病防控体系的构建** 在构建高校结核病防控体系的过程中,首先需要明确结核分枝杆菌的潜伏感染与预防性治疗的最新研究进展有深刻理解。在高校这一特定环境中,由于学生群体的密集性,一旦出现结核病病例,其传播风险将显著增加<sup>[23]</sup>。因此,高校结核病防控体系的构建必须基于科学的流行病学数据和有效的预防性治疗策略。构建防控体系时,应充分考虑学生流动性大、接触频繁的特点,制定针对性的监测和干预措施。加强校园环境消毒,优化通风系统,减少传播途径。同时,建立完善的病例追踪和管理机制,确保及时发现和隔离感染者,阻断传播链。通过多维度、多层次的综合防控,有效降低结核病在高校的传播风险。此外,结合高校实际情况,制定针对性的健康教育计划,提高学生对结核病的认识和自我防护意识。通过这些措施,可以有效降低结核病在高校中的传播风险。

在高校结核病防控体系的构建中,监测与管理策略的实施尤为关键。例如,可以采用基于风险的监测模型,对结核病高风险人群进行重点监测。同时,建立快速反应机制,一旦发现结核病病例,能够迅速采取隔离和治疗措施,防止疫情扩散。此外,高校应与当地卫生部门紧密合作,共享信息,形成联动机

制,确保防控措施的有效实施。

最后,高校结核病防控体系的构建还应注重预防性治疗的推广。高校应鼓励并支持学生在确诊为潜伏感染后接受预防性治疗,并提供必要的医疗资源和心理支持。通过这些综合措施,可以构建起一个全面、有效的高校结核病防控体系,保障学生的健康与安全。加强防控宣传,普及结核病防治知识,提升学生自我防护能力。定期组织健康讲座,发放宣传资料,营造全员参与防控的良好氛围。同时,建立学生健康档案,动态跟踪健康状况,确保防控措施精准到位。通过这些综合措施,构建起一个全面、有效的高校结核病防控体系,保障学生的健康与安全。定期组织健康讲座,发放宣传资料,营造全员参与防控的良好氛围。

**4.2 高校结核分枝杆菌潜伏感染的监测与管理策略** 在高校环境中,结核分枝杆菌潜伏感染的监测与管理策略是防控结核病传播的关键。结合流行病学模型,如SEIR模型(易感者-暴露者-感染者-移除者模型),可以对结核病的传播趋势进行预测,从而优化监测策略。在管理策略中,结合SEIR模型,对潜伏感染者进行定期筛查和跟踪,确保早期发现和干预。同时,利用大数据分析,评估防控措施的效果,及时调整策略。在管理策略方面,高校应建立多部门合作机制,包括校医院、学生事务部门和公共卫生机构,共同制定和实施结核病防控计划。同时,加强健康教育,提高学生对于结核病的认识和自我防护意识,也是防控工作的重要组成部分。

### 4.3 结核分枝杆菌潜伏感染的未来研究方向

**4.3.1 新型诊断技术的研究进展** 随着分子生物学技术的飞速发展,新型诊断技术在结核分枝杆菌潜伏感染的检测中展现出巨大潜力。分子诊断技术通过检测DNA和RNA,能够精准识别潜伏感染者,提升诊断准确性。例如,基于PCR的检测方法,如Xpert MTB/RIF,已被证明在早期诊断和快速识别耐药性结核分枝杆菌方面具有高灵敏度和特异性。此外,免疫学诊断技术,如IGRA(干扰素- $\gamma$ 释放试验),在大规模筛查中也显示出其独特优势<sup>[24]</sup>。这些新型诊断技术不仅提高了检测效率,还为预防性治疗提供了更为科学的依据。未来,研究应聚焦于降低检测成本、提高便捷性,使新型诊断技术惠及更多学生。同时,探索联合多种技术的综合诊断方案,以提升检测的全面性和准确性。通过不断的技术创新,为高校结核病防控提供更坚实的科学支撑。

**4.3.2 预防性治疗药物的开发与优化** 随着结核分枝杆菌潜伏感染问题的日益凸显,预防性治疗药物的开发与优化成为了全球公共卫生领域关注的焦点。当前,预防性治疗药物的研发正面临着诸多挑战,包括药物的耐药性、副作用、治疗周期长以及患者依从性差等问题。异烟肼和利福平作为常用药物,虽有效但副作用明显,新型药物如贝达喹啉显示出良好前景,但需进一步验证其长期安全性和疗效。优化药物组合、缩短治疗周期、提高患者依从性是未来研发的关键方向。因此,开发新型药物,如利福平和异烟肼的固定剂量组合(FDCs),旨在减少药物耐药性风险,同时提高治疗的便捷性和患者的依从性<sup>[25]</sup>。此外,基于分子靶向的新型药物,如贝达喹啉和德拉马尼,已在临床试验中显示出良好的疗效和安全性,为预防性治疗提供了新的选择。研究者们正致力于通过药物动力学和药效学模型来优化给药方案,以期达到最佳的治疗效果。在结核分枝杆菌

潜伏感染的预防性治疗领域,不断优化药物的开发,将为控制结核病的传播和减少疾病负担提供有力支持。

5 结语

综上所述,高校结核分枝杆菌潜伏感染及预防性治疗的研究取得了一定进展,但仍面临诸多挑战。新型诊断技术的发展为潜伏感染的早期发现提供了更精准的手段,但需进一步降低成本、提高便捷性;预防性治疗药物的研发虽有新的突破,但药物的耐药性、副作用等问题仍有待解决。高校应积极构建完善的结核病防控体系,加强潜伏感染的监测与管理,依据最新指南制定个性化的防控策略,推广预防性治疗,同时注重多学科协作和跨部门合作,整合资源,提升整体防控效果。未来,需持续关注结核分枝杆菌潜伏感染的研究动态,不断优化诊断技术和治疗方案,以实现高校结核病的有效防控,为终结结核病流行奠定基础。

【参考文献】

[1] 高利,罗丽莎,吴新雅,等. 结核分枝杆菌毒力因子 ESAT-6 和 CFP-10 的研究进展[J]. 中国病原生物学杂志, 2024, 19(1): 96-100.

[2] Esteban J, Garcia-Coca M. *Mycobacterium* biofilms [J]. Front Microbiol, 2018, 8(12): 1651.

[3] Menozzi FD, Rouse JH, Alavi M, et al. Identification of a heparin-binding hemagglutinin present in mycobacteria [J]. J Exp Med, 2016, 184(3): 193-201.

[4] 王思萌,王文涛,王延霞,等. 结核分枝杆菌潜伏抗原 Rv2628 的生物信息学分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2024, 19(6): 685-689, 694.

[5] Jung YEG, Schluger NW. Advances in the diagnosis and treatment of latent tuberculosis infection [J]. Curr Opin Infect Dis, 2020, 33(2): 166-172.

[6] WHO. Global tuberculosis report 2022 [R]. Geneva: World Health Organization, 2022.

[7] 王文涛,姜吉亮,王晓强,等. 结核分枝杆菌潜伏相关蛋白 Rv2204c 的生物信息学分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2024, 19(1): 32-35, 41.

[8] World Health Organization. WHO consolidated guidelines on tuberculosis: module 1: prevention: tuberculosis preventive treatment [M]. Geneva: World Health Organization, 2020.

[9] World Health Organization. Latent tuberculosis infection: updated and consolidated guidelines for programmatic management [J] Geneva: World Health Organization, 2018.

[10] Houben RM, Dodd PJ. The Global Burden of Latent Tuberculosis Infection: A re-estimation using mathematical modelling [J]. PLoS Med, 2016, 13(10): 1002-1015.

[11] Stein-Zamir C, Volovik I, Rishpon S, et al. Tuberculosis outbreak among students in a boarding school [J]. Eur Respir J, 2016, 28(9): 986-991.

[12] 杨奎,陈伟. 学生结核分枝杆菌潜伏感染筛查和预防性治疗研究进展[J]. 结核与肺部疾病杂志, 2021, 2(4): 361-365.

[13] Bennet R, Jonsson J, Nejat S, et al. Long-term prognosis of tuberculosis infection and disease in Swedish children [J]. Pediatr Infect Dis J, 2019, 38(10): 1243-1247.

[14] 周林,初乃惠,陆伟. 高危人群结核分枝杆菌潜伏感染检测及预防性治疗专家共识[J]. 中国防痨杂志, 2021, 43(9): 874-878.

[15] Belknap R, Holland D, Feng PJ, et al. Self-administered versus directly observed once-weekly isoniazid and rifapentine treatment of latent tuberculosis infection: A randomized trial [J]. Ann Intern Med, 2017, 167(10): 689-697.

[16] Lobue PA, Mermin JH. Latent tuberculosis infection: the final frontier of tuberculosis elimination in the USA [J]. Lancet Infect Dis, 2017, 17(10): 327-333.

[17] Swindells S, Ramchandani R, Gupta A, et al. One month of rifapentine plus isoniazid to prevent HIV related tuberculosis [J]. N Engl J Med, 2019, 380(11): 1001-1011.

[18] Tiberi S, DU Plessis N, Walzl G, et al. Tuberculosis: progress and advances in development of new drugs, treatment regimens, and host-directed therapies [J]. Lancet Infect Dis, 2018, 18(7): 783-798.

[19] World Health Organization. Latent tuberculosis infection: updated and consolidated guidelines for programmatic management [M]. Geneva: World Health Organization, 2018, 1(1): 10-38.

[20] Birger T, Vignir S, Anna DA. Prevalence of latent tuberculosis: An observational study [J]. Intern J Infectious Dis, 2021, 109(2): 279-282.

[21] 陈卉,夏愔愔,张灿有,等. 2014-2018 年全国学生肺结核疫情变化趋势及特征分析[J]. 中国防痨杂志, 2019, 41(6): 662-668.

[22] 董思佳,王鑫. 学校结核病影响因素及防控策略概述[J]. 中国热带医学, 2020, 20(11): 1101-1103.

[23] 牛佩璇,阿尔泰,杜清清,等. 结核分枝杆菌潜伏感染研究进展 [J]. 新疆医学, 2023, 53(6): 722-726.

[24] Scholman T, Straub M, Sotgiu G, et al. Superior sensitivity of ex vivo IFN-γ release assay as compared to skin testing in immunocompromised patients [J]. Am J Transplant, 2015, 15(10): 1616-1624.

[25] Huang CC, Becerra MC, Calderon R, et al. Isoniazid preventive therapy in contacts of multidrug resistant tuberculosis [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2020, 202(8): 115-1168.

【收稿日期】 2025-01-20 【修回日期】 2025-03-

(上接 804 页)

[19] Torres A, Kuraieva A, Stone GG, et al. Systematic review of ceftaroline fosamil in the management of patients with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* pneumonia [J]. Eur Respir Rev, 2023, 32(170): 230117.

[20] Filipiak W, Wenzel M, Ager C, et al. Molecular analysis of volatile metabolites synthesized by *Candida albicans* and *Staphylococcus aureus* in In vitro cultures and bronchoalveolar lavage specimens reflecting single- or duo-factor pneumonia [J]. Biomolecules, 2024, 14(7): 788.

[21] Moraes FDS, Marengo LL, Moura MDG, et al. ABCDE and ABCDEF care bundles: A systematic review of the implementation process in intensive care units [J]. Medicine (Baltimore), 2022, 101(25): e29499.

[22] Joynt Maddox KE, Orav EJ, Zheng J, et al. Medicare's bundled payments for care improvement advanced model: Impact on high-risk beneficiaries [J]. Health Aff (Millwood), 2022, 41(11): 1661-1669.

【收稿日期】 2025-02-12 【修回日期】 2025-04-25