

• 临床研究 •

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.12.023

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20250917.1208.005\(2025-09-17\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20250917.1208.005(2025-09-17))奥马环素对比莫西沙星治疗肺炎支原体性肺炎的
疗效及安全性研究张莹,刘晖[△]

(新疆医科大学第一附属医院呼吸与呼吸危重症中心,乌鲁木齐 830054)

[摘要] **目的** 评估奥马环素治疗肺炎支原体性肺炎(MPP)的疗效及安全性。**方法** 回顾性分析 2023 年 6 月至 2024 年 5 月该院收治的 48 例 MPP 患者的临床资料,根据用药情况分为奥马环素组($n=28$)和莫西沙星组($n=20$)。奥马环素组采用静脉注射奥马环素治疗,莫西沙星组采用静脉注射莫西沙星治疗。观察两组的体温、降钙素原(PCT)、IL-6、C 反应蛋白(CRP)、WBC、中性粒细胞计数(NEUT)和不良反应发生情况。**结果** 治疗后,两组体温均降至 37 °C 以下且较治疗前明显降低($P<0.05$),但组间比较差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗前,两组 WBC、NEUT 比较差异有统计学意义($P<0.05$)。治疗后,两组 IL-6、CRP 水平较治疗前降低($P<0.05$),两组炎症指标比较差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗过程中,奥马环素组无不良反应,莫西沙星组有 4 例不良反应。**结论** 奥马环素对支原体性肺炎治疗有效,减轻炎症反应更快,安全性良好。

[关键词] 肺炎支原体性肺炎;奥马环素;莫西沙星;疗效;安全性**[中图分类号]** R563**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2025)12-2853-05Study on the efficacy and safety of omadacycline versus moxifloxacin in
the treatment of *Mycoplasma pneumoniae pneumonia*ZHANG Ying, LIU Hui[△](Department of Respiratory and Respiratory Critical Care Center, The First Affiliated
Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830054, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the efficacy and safety of omicycline in the treatment of *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* (MPP). **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 48 patients with MPP admitted to this hospital from June 2023 to May 2024. According to the medication situation, they were divided into the omicycline group ($n=28$) and the moxifloxacin group ($n=20$). The omicycline group was treated with intravenous injection of omicycline, while the moxifloxacin group was treated with intravenous injection of moxifloxacin. Observed the body temperature, procalcitonin (PCT), IL-6, C-reactive protein (CRP), WBC, neutrophil count (NEUT) and the occurrence of adverse reactions in the two groups. **Results** After treatment, the body temperature of both groups decreased to below 37 °C and was significantly lower than that before treatment ($P<0.05$), but there was no statistically significant difference between the two groups ($P>0.05$). Before treatment, there was a statistically significant difference in WBC and NEUT between the two groups ($P<0.05$). After treatment, the levels of IL-6 and CRP in both groups decreased compared with those before treatment ($P<0.05$), and there was no statistically significant difference in inflammatory indicators between the two groups ($P>0.05$). During the treatment process, there were no adverse reactions in the omacycline group, while there were 4 adverse reactions in the moxifloxacin group. **Conclusion** Omadacycline is effective in treating MPP, reduces inflammation more rapidly, and demonstrates a favorable safety profile.

[Key words] *Mycoplasma pneumoniae pneumonia*; omadacycline; moxifloxacin; efficacy; safety[△] 通信作者, E-mail: 199012412@qq.com.

肺炎支原体性肺炎 (Mycoplasma pneumoniae pneumonia, MPP) 是由肺炎支原体感染引起的急性下呼吸道炎症性疾病,其典型临床特征表现为顽固性干咳、发热及乏力,常伴随呼吸困难,发病率约占社区获得性肺炎的 15%~30%^[1]。MPP 流行病学呈现周期性流行趋势,近 10 年来全球范围内不仅发病率逐年上升,重症肺炎及肺外并发症的发生率也明显增加^[2]。根据国内外指南共识,大环内酯类、四环素类及氟喹诺酮类抗生素被列为 MPP 的一线治疗药物^[3]。尽管大环内酯类药物(如阿奇霉素、克拉霉素)因组织穿透性强、安全性较高而长期作为首选方案,但随着肺炎支原体耐药基因(如 23S rRNA 结构域 V 突变)的广泛传播,其临床疗效受到严重挑战。流行病学数据显示,亚洲地区大环内酯类耐药率已攀升至 80%~90%,直接导致退热时间延长、咳嗽迁延不愈等治疗失败现象^[4]。在此背景下,四环素类(如多西环素、米诺环素)与氟喹诺酮类(如左氧氟沙星、莫西沙星)虽被推荐为替代方案,但现有循证医学证据主要集中于二代四环素类药物与传统抗生素的对比研究,其疗效优势与安全性差异尚未形成统一共识^[5]。

奥马环素为新型三代四环素类抗生素,是在米诺

环素结构基础上衍生获得,其相对分子质量为 556.65,分子式为 C₂₉H₄₀N₄O₇^[6]。奥马环素结构中 C₇ 和 C₉ 的修饰使其克服细菌对四环素类抗生素的耐药^[7],已有研究表明奥马环素在治疗社区获得性肺炎方面取得了成功^[8],但目前缺乏其对非典型菌治疗的临床数据。本研究系统评估奥马环素对比莫西沙星治疗 MPP 的疗效及安全性,旨在为精准治疗提供关键循证依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2023 年 6 月至 2024 年 5 月本院收治的 48 例 MPP 患者的临床资料。纳入标准:(1)年龄≥18 岁;(2)咽拭子肺炎支原体核酸阳性;(3)CT 提示肺炎。排除标准:(1)入院前已经使用过喹诺酮类药物;(2)合并其他病原学(细菌、真菌、病毒)感染者;(3)联合使用抗生素。根据用药情况分为奥马环素组(*n*=28)和莫西沙星组(*n*=20),两组基线资料比较差异无统计学意义(*P*>0.05),见表 1。本研究已通过本院伦理委员会批准(审批号:K202408-01),免除患者情同意。

表 1 两组一般资料比较

项目	奥马环素组(<i>n</i> =28)	莫西沙星组(<i>n</i> =20)	<i>Z</i> / <i>χ</i> ²	<i>P</i>
年龄[<i>M</i> (<i>Q</i> ₁ , <i>Q</i> ₃),岁]	29.00(18.00,45.00)	38.30(18.00,48.50)	0.40	0.69
病程[<i>M</i> (<i>Q</i> ₁ , <i>Q</i> ₃),d]	10.00(7.00,22.00)	6.00(11.00,40.00)	0.29	0.78
男性[<i>n</i> (%)]	12(42.86)	10(50.00)	0.24	0.62
慢性阻塞性肺疾病[<i>n</i> (%)]	2(7.14)	2(10.00)	<0.01	>0.99
高血压[<i>n</i> (%)]	2(7.14)	2(10.00)	<0.01	>0.99
用药前体温[<i>M</i> (<i>Q</i> ₁ , <i>Q</i> ₃),℃]	39.60(38.95,40.00)	38.75(37.93,39.50)	1.20	0.23
咳嗽[<i>n</i> (%)]	28(100.00)	20(100.00)		
乏力[<i>n</i> (%)]	5(17.86)	2(10.00)	<0.01	>0.99
呼吸困难[<i>n</i> (%)]	8(28.57)	6(30.00)	0.01	0.92
咽痛[<i>n</i> (%)]	2(7.14)	4(20.00)	0.78	0.37
头痛[<i>n</i> (%)]	4(14.29)	2(10.00)	<0.01	>0.99

1.2 方法

1.2.1 治疗方案

奥马环素组:首日静脉注射奥马环素 200 mg,每日 1 次;此后静脉注射 100 mg,每日 1 次。莫西沙星组:静脉注射莫西沙星 400 mg,每日 1 次。

1.2.2 资料收集

临床资料收集包括患者的人口学特征、病程、临床表现、基础疾病;治疗前和治疗 48 h 后体温、降钙素

原(procalcitonin,PCT)、IL-6、C 反应蛋白(C reactive protein,CRP)、WBC、中性粒细胞计数(neutrophil count,NEUT);不良反应发生情况。

1.3 统计学处理

采用 SPSS27.0 统计软件进行数据处理。计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用 *χ*² 检验;正态分布的计量资料以 *x*±*s* 表示,组间比较采用 *t* 检验;非正态分布的计量资料以 *M*(*Q*₁,*Q*₃)表示,采用 Wil-

coxon 秩和检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组疗效比较

治疗后,两组体温均降至 37℃ 以下且较治疗前明显降低($P<0.05$),组间比较差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗前,两组 WBC、NEUT 比较差异有

统计学意义($P<0.05$)。治疗后,两组 IL-6、CRP 水平均较治疗前降低($P<0.05$);两组炎症指标比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

2.2 两组药物不良反应比较

治疗过程中,奥马环素组无不良反应,莫西沙星组有 4 例不良反应,见表 3。

表 2 两组体温和炎症指标比较

组别	n	体温	PCT	IL-6	CRP	WBC	NEUT
		[M(Q ₁ ,Q ₃),℃]	[M(Q ₁ ,Q ₃),ng/mL]	[M(Q ₁ ,Q ₃),pg/mL]	($\bar{x}\pm s$,mg/L)	($\bar{x}\pm s,\times 10^9/L$)	($\bar{x}\pm s,\times 10^9/L$)
奥马环素组	28						
治疗前		39.60(38.95,40.00)	0.06(0.08,0.28)	20.80(5.95,63.25)	51.44±8.00	6.13±0.72 ^b	4.26±0.62 ^b
治疗后		36.50(36.35,36.90) ^a	0.05(0.03,0.20)	5.08(2.18,16.78) ^a	35.08±9.47 ^a	5.85±0.65	3.48±0.57
莫西沙星组	20						
治疗前		38.75(37.93,39.50)	0.07(0.05,0.10)	35.00(11.42,50.38)	58.70±8.30	8.72±1.21	6.66±1.00
治疗后		36.40(36.30,36.60) ^a	0.06(0.03,0.06)	4.80(2.24,10.96) ^a	26.54±6.39 ^a	7.84±1.16	5.36±1.07

^a: $P<0.05$,与同组治疗前比较;^b: $P<0.05$,与莫西沙星组比较。

表 3 两组药物不良反应比较[n(%)]

组别	n	皮疹	转氨酶升高	QT 间期延长
奥马环素组	28	0	0	0
莫西沙星组	20	1(5.00)	2(10.00)	1(5.00)

3 讨 论

肺炎支原体是社区获得性肺炎的主要致病菌^[9]。越来越多的证据表明,肺炎支原体感染的流行率正在上升^[10-11],特别是全球趋势下耐大环内酯类肺炎支原体菌株的流行率居高不下^[12]。在亚洲,肺炎支原体对大环内酯类的耐药率为 80%~90%^[13]。耐大环内酯类肺炎支原体菌株的流行导致疾病治疗难度增加、疾病负担加重、生活质量下降和死亡率增加^[14]。随着肺炎支原体菌株对大环内酯类耐药率的增加,许多指南推荐喹诺酮类药物和四环素类药物作为替代治疗方案。一项纳入了 102 例研究对象的随机对照研究显示,左氧氟沙星治疗成人支原体性肺炎较阿奇霉素效果更明显,能快速减轻症状,不良反应发生率低^[15]。另一项随机对照研究显示,多西环素治疗小儿支原体性肺炎的疗效明显好于阿奇霉素,能有效缩短患儿病程,促进肺功能改善,控制炎症反应,且免疫功能改善效果、不良反应总发生率与阿奇霉素基本相当,有较高的安全性^[16]。但是也有研究显示,二代四环素类抗生素在治疗支原体性肺炎中耐药现象逐渐严峻,疗效下降^[17]。奥马环素作为第三代四环素类药物,其 D 环上 C₉ 位置由氨甲基环素取代,可克服核糖体保护的耐药机制,且具有抗菌谱广、组织分布广、血药浓度

高等优势^[18-19]。有报道显示,奥马环素在肝功能损害所致的低蛋白血症患者中仍能维持明显的抗菌活性,其药效受血浆 ALB 水平降低的影响较小,安全性好^[20]。

莫西沙星作为氟喹诺酮类抗生素,具备抗菌谱广、组织穿透力强等特点,在支原体性肺炎治疗中已经取得确切疗效^[21-23]。因此,本研究选取莫西沙星作为对照,对比奥马环素与莫西沙星治疗 MPP 的临床疗效及安全性。结果显示,两组的退热效果及炎症标志物改善程度总体相当,但在安全性及作用靶点层面存在明显差异,这对耐药背景下的临床决策具有重要启示。

两组治疗 48 h 后体温均较基线明显下降($P<0.05$),从结果可见两种抗生素对支原体性肺炎的临床症状改善无明显差异。这一结果与两类药物的抗菌机制密切相关:奥马环素通过结合 30S 核糖体亚基抑制蛋白质合成,而莫西沙星通过抑制 DNA 旋转酶阻断细菌复制^[24-25]。尽管作用靶点不同,但二者对肺炎支原体的最小抑菌浓度均低于耐药临界值^[26],提示在敏感菌株感染中,二者均可快速降低病原体负荷,从而缓解发热症状。

在炎症调控方面,两组治疗后 IL-6 与 CRP 水平均明显下降。IL-6 作为促炎细胞因子的核心指标,其快速回落可能反映奥马环素对宿主炎症反应的直接调控作用。既往研究表明,四环素类药物可通过抑制核因子-κB(nuclear factor-κB,NF-κB)通路减少细胞因子释放^[27],这一特性或可解释 IL-6 水平的明显改

善。有研究报道,CRP 水平在组织发生感染时会明显升高,参与补体激活同时增强吞噬细胞消除病原体的能力^[28]。而 CRP 水平的下降更符合其强效杀菌作用对细菌内毒素释放的遏制^[29]。此外,奥马环素组治疗前 WBC 及 NEUT 低于莫西沙星组($P<0.05$),提示基线炎症状态存在差异,后期可通过分层分析进一步明确药物对不同炎症程度患者的疗效特征。

安全性差异是本研究的核心发现之一。奥马环素组全程无不良反应报告,而莫西沙星组出现 4 例不良事件,与以往报道一致^[30]。这一结果凸显奥马环素在特殊人群(如肝功能异常、QT 间期延长患者)中的应用优势。值得注意的是,莫西沙星相关 QT 间期延长虽未导致严重心律失常,但提示需严格监测心电图,尤其在联用其他延长 QT 间期药物时^[31]。奥马环素无需根据肝肾功能调整剂量,且无光毒性或中枢神经兴奋性副作用^[32],为长疗程治疗或合并症多的患者提供了更安全的替代选择。

综上所述,奥马环素对支原体性肺炎治疗有效,减轻炎症反应更快,安全性良好。但本研究存在以下局限:首先,样本量较小且为单中心设计,可能影响亚组分析的效力;其次,未对所有患者进行肺炎支原体耐药基因检测,无法直接关联疗效与菌株耐药表型;此外,远期随访数据(如咳嗽缓解时间、影像学吸收延迟等)尚未纳入分析。未来需开展多中心随机对照试验,结合耐药基因分型与宿主免疫特征,进一步明确两类药物的精准适应人群。

参考文献

- [1] PAQUETTE M, MAGYAR M, RENAUD C. *Mycoplasma pneumoniae*[J]. CMAJ, 2024, 196(32):E1120.
- [2] XIE X Y, ZHOU R Y, DING S A, et al. Emerging trends and concerns in *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia among Chinese pediatric population[J]. *Pediatr Res*, 2024, 95(6):1388-1390.
- [3] 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.
- [4] CHEN Y C, HSU W Y, CHANG T H. Macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* infections in pediatric community-acquired pneumonia[J]. *Emerg Infect Dis*, 2020, 26(7):1382-1391.
- [5] AHN J G, CHO H K, LI D, et al. Efficacy of tetracyclines and fluoroquinolones for the treatment of macrolide-refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children:a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Infect Dis*, 2021, 21(1):1003.
- [6] KOUNATIDIS D, DALAMAGA M, GRIVAKOOU E, et al. Third-generation tetracyclines:current knowledge and therapeutic potential[J]. *Biomolecules*, 2024, 14(7):783.
- [7] LAPLANTE K L, DHAND A, WRIGHT K, et al. Re-establishing the utility of tetracycline-class antibiotics for current challenges with antibiotic resistance[J]. *Ann Med*, 2022, 54(1):1686-1700.
- [8] STETS R, POPESCU M, GONONG J R, et al. Omadacycline for community-acquired bacterial pneumonia[J]. *N Engl J Med*, 2019, 380(6):517-527.
- [9] SHEN F, DONG C, ZHANG T, et al. Development of a nomogram for predicting refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children[J]. *Front Pediatr*, 2022, 10:813614.
- [10] LANATA M M, WANG H, EVERHART K, et al. Macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* infections in children, Ohio, USA[J]. *Emerg Infect Dis*, 2021, 27(6):1588-1597.
- [11] ZHANG X B, HE W, GUI Y H, et al. Current *Mycoplasma pneumoniae* epidemic among children in Shanghai:unusual pneumonia caused by usual pathogen[J]. *World J Pediatr*, 2024, 20(1):5-10.
- [12] ZHANG Y, SU C, ZHANG Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of hospitalized pediatric patients with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia before and after the COVID-19 pandemic in China:a retrospective multi-center study[J]. *BMC Infect Dis*, 2025, 25(1):18.
- [13] LAI C C, HSUEH C C, HSU C K, et al. Disease burden and macrolide resistance of *Mycoplasma pneumoniae* infection in adults in the Asia-Pacific region[J]. *Int J Antimicrob*, 2024, 64(2):107205.
- [14] LEE E, LEE Y Y. Predictive factors of the responses to treatment of *Mycoplasma pneumon-*

- iae pneumonia[J]. J Clin Med, 2021, 10(6): 1154.
- [15] 李佳颖. 阿奇霉素与左氧氟沙星治疗成人支原体肺炎的疗效观察与安全性分析[J]. 中国现代药物应用, 2020, 14(9): 138-139.
- [16] 周铭山. 多西环素治疗小儿支原体肺炎的临床效果及安全性[J]. 临床合理用药, 2024, 17(20): 137-139.
- [17] DING G, ZHANG X, VINTURACHE A, et al. Challenges in the treatment of pediatric Mycoplasma pneumoniae pneumonia[J]. Eur J Pediatr, 2024, 183(7): 3001-3011.
- [18] ZHANEL G G, ESQUIVEL J, ZELENITSKY S, et al. Omadacycline: a novel oral and intravenous aminomethylcycline antibiotic agent[J]. Drugs, 2020, 80(3): 285-313.
- [19] RODVOLD K A, BURGOS RM, TAN X, et al. Omadacycline: a review of the clinical pharmacokinetics and pharmacodynamics [J]. Clin Pharmacokinet, 2020, 59(4): 409-425.
- [20] ZHU A, MA Q, LIU Z. Omadacycline for the treatment of patients with Legionella pneumophila pneumonia after experiencing liver dysfunction: case series[J]. Front Microbiol, 2024, 15: 1408443.
- [21] MILLANAO A R, MORA A Y, VILLAGRA N A, et al. Biological effects of quinolones: a family of broad-spectrum antimicrobial agents[J]. Molecules, 2021, 26(23): 7153.
- [22] HE Y S, YANG M, LIU G, et al. Safety study of moxifloxacin in children with severe refractory Mycoplasma pneumoniae pneumonia[J]. Pediatr Pulmonol, 2023, 58(7): 2017-2024.
- [23] 唐成, 刘和平. 莫西沙星与阿奇霉素治疗成人支原体肺炎的临床效果比较[J]. 临床合理用药杂志, 2021, 14(19): 79-81.
- [24] WANG D X, XIAO L X, DENG X Y, et al. Omadacycline for the treatment of severe pneumonia caused by Chlamydia psittaci complicated with acute respiratory distress syndrome during the COVID-19 pandemic [J]. Front Med (Lausanne), 2024, 10: 1207534.
- [25] ALEKSANDROVA E V, MA C X, KLEPAC-KI D, et al. Macrolones target bacterial ribosomes and DNA gyrase and can evade resistance mechanisms[J]. Nat Chem Biol, 2024, 20(12): 1680-1690.
- [26] WAITES K B, CRABB D M, LIU Y, et al. In vitro activities of Omadacycline (PTK 0796) and other antimicrobial agents against human Mycoplasmas and Ureaplasmas[J]. Antimicrob Agents Chemother, 2016, 60(12): 7502-7504.
- [27] ZHOU H, LUAN W, WANG Y, et al. The combination of cloxacillin, thioridazine and tetracycline protects mice against Staphylococcus aureus peritonitis by inhibiting α -Hemolysin-induced MAPK/NF- κ B/NLRP3 activation[J]. Int J Biol Macromol, 2022, 198: 1-10.
- [28] 施晓青, 叶小群, 马文灿, 等. 血清 C 反应蛋白与红细胞沉降率在骨科感染性疾病的表达及其临床意义[J]. 中华实验外科杂志, 2023, 40(9): 1732.
- [29] LAZARI K, ANDROUDI S, DARDIOTIS E, et al. Bilateral acute iris transillumination syndrome following COVID-19 infection and moxifloxacin use [J]. Clin Exp Optom, 2024, 107(7): 764-766.
- [30] MAJALEKAR P P, SHIROTE P J. Fluoroquinolones: blessings or curses [J]. Curr Drug Targets, 2020, 21(13): 1354-1370.
- [31] GORELIK E, MASARWA R, PERLMAN A, et al. Fluoroquinolones and cardiovascular risk: a systematic review, meta-analysis and network meta-analysis[J]. Drug Saf, 2019, 42(4): 529-538.
- [32] CHOPRA T, SANDHU A, THERIAULT N, et al. Omadacycline: a therapeutic review of use in community-acquired bacterial pneumonia and acute bacterial skin and skin structure infections[J]. Future Microbiol, 2020, 15: 1319-1333.

(收稿日期: 2025-05-06 修回日期: 2025-07-28)

(编辑: 唐 璞)