doi：10.7499/j.issn.1008-8830.2503019

综述

新生儿解脲支原体感染的临床药物治疗进展

蔡辈博　综述　　陈菲菲　罗芳　审校

（浙江大学医学院附属第一医院临床药学部，浙江杭州　310003）

［摘要］解脲支原体（*Ureaplasma urealyticum*, UU）是新生儿呼吸道定植或感染的常见病原体，可通过母婴垂直传播，且不受胎膜早破时间及分娩方式的影响。UU感染是引起新生儿早产和低出生体重等的重要因素，并与支气管肺发育不良及神经发育障碍等不良结局密切相关。由于新生儿免疫系统及器官发育尚未成熟，药物治疗需兼顾有效性及安全性。目前，新生儿UU感染的治疗方案尚无统一标准。该文综述了新生儿UU感染的药物治疗方案，旨在为临床治疗提供参考。　［中国当代儿科杂志，2025，27（10）：1286-1290，Ⅴ］

［关键词］解脲支原体；治疗；大环内酯类；新生儿

Advances in clinical pharmacotherapy for neonatal *Ureaplasma urealyticum* infection

CAI Bei-Bo, CHEN Fei-Fei, LUO Fang. Department of Clinical Pharmacy, First Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310003, China (Lou F, Email: csuanna@163.com)

Abstract: *Ureaplasma urealyticum* (UU) is a common pathogen colonizing or infecting the neonatal respiratory tract. It can be vertically transmitted from mother to infant, irrespective of the duration of premature rupture of membranes and the mode of delivery. UU infection is an important factor contributing to preterm birth and low birth weight and is closely associated with adverse outcomes such as bronchopulmonary dysplasia and neurodevelopmental impairment. Given the immaturity of neonatal immune and organ systems, pharmacologic treatment must balance efficacy and safety. Currently, no unified standard regimen has been established for the treatment of neonatal UU infection. This review summarizes pharmacotherapeutic options for neonatal UU infection to inform clinical practice.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2025, 27(10): 1286-1290, V]

Key words: *Ureaplasma urealyticum*; Therapy; Macrolides; Neonate

1　概述

解脲支原体（*Ureaplasma urealyticum*, UU）是目前发现最小的、可自我复制且独立生存的原核微生物，属于支原体科脲原体属。UU可附着于多种细胞如上皮细胞、生殖细胞等，常定植于成人泌尿道或新生儿呼吸道，是一种条件致病菌[1]。流行病学数据显示，健康成年女性生殖道UU阳性率为40%~80%，以25~34岁女性为主；妊娠期妇女UU阳性率可高达82%。UU母婴垂直传播率高，且不受胎膜早破时间及妊娠分娩方式的影响[2]。在新生儿中，UU感染与早产、性别等因素相关，女婴UU感染率高于男婴；早产儿UU阳性率高于足月儿，且胎龄越小，UU阳性率越高[3-4]。32周以下早产儿的UU肺炎具有用氧时间延长和白细胞计数增加的特点[5]。

UU致新生儿感染的发病机制尚未完全明确。现有研究认为，多重结合抗原学说可能是其主要致病机制之一。UU可通过改变多重结合抗原结构域的大小，破坏或逃避机体免疫防御机制[6]。此外，UU可能通过升高促炎因子水平，破坏免疫平衡，从而诱发感染[6]。研究发现，UU感染与多种新生儿疾病密切相关，如增加低出生体重儿发生率，提高新生儿坏死性小肠结肠炎及支气管肺发育不良（bronchopulmonary dysplasia, BPD）的发生风险，诱发脑出血、脑积水等神经系统疾病并导

［收稿日期］2025-03-04；［接受日期］2025-07-31

［作者简介］蔡辈博，女，硕士，药师。

［通信作者］罗芳，女，副主任医师。Email：csuanna@163.com。

致早产儿长期神经功能障碍，引发早产儿视网膜病变、代谢性骨病等。上述影响均会干扰新生儿的正常生长发育，因此，新生儿UU感染的管理对改善新生儿远期预后具有重要意义[7-12]。

2 解脲支原体的药物治疗

目前，针对新生儿UU感染是否需要治疗及具体治疗方案尚未达成共识。一项涵盖欧洲28个国家167个新生儿重症监护病房的调研显示，仅47%的新生儿重症监护病房会对新生儿进行UU检测，并对阳性患儿予抗生素治疗[13]。大环内酯类药物是新生儿UU感染的主要治疗药物。药敏试验表明，UU对喹诺酮类和四环素类药物敏感。其中，四环素类药物及氯霉素可透过血脑屏障，适用于UU所致颅内感染患儿，但因可能影响牙釉质发育或引发灰婴综合征等不良反应，其在新生儿UU感染中的应用受到限制[14-15]。本文重点综述新生儿常用抗UU感染药物的研究进展。

2.1 红霉素在新生儿UU感染中的作用

红霉素是治疗新生儿UU感染最常用的药物，可口服或静脉给药，以满足不同临床需求。然而，红霉素口服给药易被胃酸灭活，且可能与新生儿肠内喂养产生相互作用，导致吸收降低。红霉素最常见的不良反应为胃肠道反应，表现为腹痛、腹泻、恶心、呕吐等，其中以腹泻较为常见；此外，还可能引起肝功能异常，甚至诱发室性心律失常，因此应避免与其他可能引起心律失常的药物联合使用。近年来的研究显示，红霉素用于新生儿UU感染的给药方案存在差异。一项系统评价表明，对30周胎龄以下气管插管早产儿静脉或口服给予红霉素（每次15 mg/kg，3次/d，共7 d；或每日40 mg/kg，3次/d，共10 d）对早产儿慢性肺病、死亡或两者复合结局均无显著影响，且未报告红霉素应用7~10 d疗程的不良反应[16]。另一项单中心病例对照研究纳入62例患者（平均胎龄为27周），发现UU感染与透明膜病、BPD、癫痫发作及脑室内/脑室周围出血等显著相关，且UU感染患儿的机械通气持续时间及有创与无创通气总持续时间更长。尽管对UU阳性患儿给予红霉素（每日50 mg/kg，分3次，连续10 d）治疗，但患儿发生BPD的风险、新生儿呼吸窘迫的风险，以及机械通气比例及持续时间、脑室出血和癫痫发作等均未显著低于对照组，这表明红霉素在新生儿UU感染所致呼吸系统疾病或神经系统损伤中的有效性尚待进一步验证[17]。

此外，安全性数据显示，生后2周内接受红霉素治疗与婴儿肥厚性幽门狭窄存在关联[18]，这可能进一步限制其在新生儿UU感染中的应用。目前，关于红霉素对新生儿UU感染的根除率尚缺乏研究数据，其有效性和安全性仍需进一步证实。

2.2 阿奇霉素在新生儿UU感染中的作用

UU感染与新生儿BPD发生密切相关，近年来，阿奇霉素因可提高UU清除率，减少BPD发生率，逐渐被用于新生儿UU感染的治疗及BPD的预防。阿奇霉素为半合成大环内酯类抗生素，抗菌谱广，具有最低抑菌浓度（minimum inhibitory concentration, MIC）低、不良反应少、半衰期长，且在肺及支气管中分布浓度高等优势，但同时也可能引起QT间期延长。通过琼脂稀释法药敏试验发现，UU对阿奇霉素敏感，MIC为14 μg/mL[19]；肉汤稀释法提示阿奇霉素作用于UU的MIC（90）为4 μg/mL[14]。Viscardi等[20-21]的前瞻性、IIb期随机、双盲、安慰剂对照试验发现，在60例胎龄24~28周的新生儿中，静脉给予阿奇霉素（20 mg/kg，每24 h 1次）连续3 d，可完全根除早产儿呼吸道中的UU。亚组分析显示，阿奇霉素组无BPD生存率为50%，而安慰剂组为18%。短期安全性数据显示，阿奇霉素组发生出血后脑积水和Ⅱ期以上视网膜病变的风险相对更高，但对这些早产儿随访2年的长期结局观察中，发现阿奇霉素组早产儿在长期肺部和神经发育方面与安慰剂组并无显著差异。上述针对阿奇霉素对新生儿呼吸道UU根除率的临床试验，为阿奇霉素在新生儿UU感染治疗中的应用奠定了基础。此外，部分研究以预防新生儿BPD为目的使用阿奇霉素，而治疗方案不尽相同。Ballard等的随机、双盲、安慰剂对照试验发现，出生体重小于1 250 g的早产儿［116例，平均胎龄（25.7 ± 1.5）周］接受静脉或口服阿奇霉素（每日10 mg/kg，每24 h 1次，共7 d，继之5 mg/kg，每24 h 1次，共35 d）后，与安慰剂组相比，阿奇霉素组在矫正胎龄（postmenstrual age, PMA）36周时的BPD发生率无差异；但在UU阳性患儿中，阿奇霉素组BPD发生率较低（P=0.03）[22-23]。然而，在UU根除率方面，阿奇霉素与安慰剂治疗差异无统计学意义，且未观察到阿奇霉素引起的不良事件。

随后的一项随机安慰剂对照研究显示，56例

32 周胎龄以下早产儿接受口服阿奇霉素（每日 10 mg/kg，每 24 h 1 次，共 7 d，继之每日 5 mg/kg，每 24 h 1 次，共 7 d）后，与安慰剂相比，阿奇霉素在 36 周 PMA 时的 BPD 发生率较低（*P*=0.04），且吸氧持续时间更短（*P*=0.01）[24]。一项随机、双盲、安慰剂对照研究显示，对 40 例平均胎龄（28.6 ± 2.9）周的接受机械通气的极低出生体重早产儿静脉给予阿奇霉素（每日 10 mg/kg，持续 5 d）后，在 PMA 36 周时的氧依赖情况与安慰剂组无差异；但在阿奇霉素治疗完成后 24 h 内，阿奇霉素组 UU 根除率达 53.8%，显著高于安慰剂组的 35.3%，且白细胞介素-2 及白细胞介素-8 水平显著下降，死亡风险降低 [25]。另一项回顾性队列研究发现，35 例平均胎龄（26.3 ± 1.4）周的接受阿奇霉素治疗的 UU 阳性早产儿 II 级 BPD 发生率显著降低（*P*=0.006），有创通气持续时间较短（*P*=0.045），这可能与阿奇霉素的抗炎作用有关 [26]。此外，一项队列研究针对 118 例平均胎龄（27.2 ± 1.6）周的 UU 阳性极低出生体重儿，发现给予口服阿奇霉素（每日 10 mg/kg，持续 3 d，暂停 4 d 后重复 3 d）可能与 BPD 发生风险降低相关 [27]。上述数据表明，阿奇霉素在治疗新生儿 UU 感染中可能具有有效性，但其能否预防 BPD 发生可能与阿奇霉素给药方案的差异有关。

国内一项随机对照研究纳入胎龄 34 周以下的 UU 阳性早产儿，分别给予红霉素（43 例，每日 30 mg/kg，每 8 h 1 次，静脉滴注）或阿奇霉素（46 例，每日 20 mg/kg，每 24 h 1 次，持续 3 d，继之每日 5 mg/kg，每 24 h 1 次，静脉滴注，总疗程 7~21 d）。结果显示，与红霉素组相比，阿奇霉素组可显著缩短呼吸机支持天数及 UU 转阴天数，且呼吸支持天数>14 d 的风险降低 78.1%；两组在不良反应发生率及 BPD 发生率方面差异无统计学意义，亦未观察到幽门狭窄或心律失常 [28]。这提示阿奇霉素在治疗新生儿 UU 感染中可能优于红霉素，但在 BPD 预防中未体现有效性，仍需进一步研究。荟萃分析显示，低质量证据表明阿奇霉素可降低 UU 阳性早产儿的 BPD 发生率或病死率，但对 UU 阴性早产儿的 BPD 发生率无显著影响 [29]。

阿奇霉素说明书提示其可能引起 QT 间期延长及婴儿肥厚性幽门狭窄，甚至导致致命性心律失常，如尖端扭转型室性心动过速。尽管美国食品药品监督管理局多次强调其心脏风险，但迄今为止尚未有文献报道新生儿应用阿奇霉素后出现 QT 间期延长。荟萃分析研究表明，在新生儿 UU 根除及 BPD 预防中应用阿奇霉素时，未发现其相关不良反应，尤其是未观察到幽门狭窄或 QT 间期延长 [30-31]。

2.3 克拉霉素在新生儿 UU 感染中的作用

克拉霉素作为红霉素的衍生物，属于半合成大环内酯类抗生素，具有抗菌谱广、抗菌活性强及口服吸收好等特点，其临床常见不良反应为胃肠道不良反应及心脏毒性。肉汤稀释法研究显示，克拉霉素是抗 UU 最强的大环内酯类药物，其 MIC（90）为 1.0 μg/mL [14]。迄今为止，关于克拉霉素用于新生儿 UU 感染的研究较少。一项随机对照研究针对克拉霉素（每次 10 mg/kg，每日 2 次，共 10 d）在 UU 阳性早产儿 BPD 预防中的有效性与安全性展开评估，共纳入 224 例新生儿，平均胎龄为（28.2 ± 1.6）周。结果显示，克拉霉素组 BPD 发生率明显低于对照组（15.9% vs 36.4%，*P*<0.01）；多变量 Logistic 回归分析表明，克拉霉素对 BPD 具有独立预防作用（95%*CI*：2.5~296.1，*P*=0.007）[32]。鉴于目前缺乏高质量证据支持克拉霉素在新生儿 UU 感染治疗中的作用，其在新生儿 UU 感染治疗及 BPD 预防方面的应用仍需进一步验证。同时，目前也缺少高质量证据用以分析大环内酯类药物引起心脏毒性的风险。荟萃分析结果显示，在 48 项临床研究中，红霉素引起 QT 间期延长和尖端扭转型室性心动过速的风险最高（21/48），其次为克拉霉素（12/48）和阿奇霉素（6/48），且高剂量、快速给药以及存在心脏相关疾病均为额外的风险因素，故用药期间应密切关注心电监护情况 [33]。

总体而言，红霉素、阿奇霉素及克拉霉素均可用于新生儿 UU 感染的治疗，但红霉素及克拉霉素对 UU 的根除率尚无明确数据；而阿奇霉素（20 mg/kg，每 24 h 1 次）连续 3 d 可实现 UU 完全清除，可能是新生儿 UU 感染的较佳选择。在预防 UU 相关 BPD 不良结局方面，红霉素并未体现明确的有效性，而阿奇霉素和克拉霉素可能是预防 BPD 发生的更优选择。

2.4 其他药物

体外药敏试验结果显示，UU 对四环素类药物及喹诺酮类药物敏感，其中莫西沙星在体外对 UU 的活性最强，其次是左氧氟沙星 [14]。然而，研究发现，UU 对喹诺酮类药物及四环素类药物逐渐出现耐药，*ParC* S83L 突变和 *ParE* R448K 突变可能是喹诺酮类耐药机制之一，尽管目前耐药率较低，

但仍需持续监测[34-35]。Waites等[36]发现，四环素类衍生物依拉环素在体外对UU的疗效明显高于四环素、阿奇霉素、莫西沙星和克林霉素；但在新生儿中，四环素类与喹诺酮类药物均因可能导致严重不良反应而应用受限。最新动物实验发现，针对UU感染的疫苗DnaJ可能诱导强大的体液免疫和Th1细胞介导的免疫反应，并可预防UU感染后的生殖道感染、炎症及病理后遗症，这为UU感染的预防提供了新策略[37]。

近年来，基础研究发现部分非抗生素药物可能也具有抗UU作用，从而减少耐药性产生。Fleming等[38]发现，氟法胺在体外对UU呼吸道分离株具有广泛活性，可预防和治疗UU诱导的高氨血症。Biernat-Sudolska等[39]的研究显示，1 200 μg/mL的硫辛酸在体外对UU具有明显杀菌活性，提示其可能成为UU感染的潜在治疗药物之一。基因组学研究已确定针对UU感染的新药物靶点B5ZC96和B5ZAH8，为UU治疗药物的研发提供了新策略[40]。

3 总结与展望

新生儿UU感染是导致新生儿呼吸系统及其他系统疾病的重要危险因素，明确新生儿UU感染的治疗方案对BPD的预防具有重要意义。大环内酯类药物是目前临床治疗新生儿UU感染最常用的药物，但现有治疗方案多不统一，仍需更高质量的证据明确不同大环内酯类药物对新生儿UU的根除率及其在BPD预防中的有效性，以期为新生儿带来更好的健康结局。尽管目前尚无大环内酯类药物引起新生儿QT间期延长的研究报道，但心脏毒性可能是其潜在的严重不良反应，因此新生儿用药期间仍需进行心电监护。此外，四环素类、喹诺酮类、部分非抗生素药物及针对UU感染的疫苗，可能是新生儿UU感染预防和治疗的潜在策略，但其安全性与有效性仍待进一步验证。

作者贡献声明：蔡辈博负责文献检索分析、文章撰写与投稿；陈菲菲负责文章修改；罗芳负责文章审定。

利益冲突声明：所有作者声明无利益冲突。

［参 考 文 献］

[1] Tadera K, Kitagawa H, Kitano H, et al. Prevalence of *Mycoplasma hominis*, *Ureaplasma urealyticum*, and *Ureaplasma parvum* detection in urine and respiratory tract samples in Hiroshima, Japan[J]. Heliyon, 2023, 9(3): e14543. PMID: 36967949. PMCID: PMC10036642. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e14543.

[2] 石永言, 富建华. 解脲脲原体感染与新生儿疾病[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2021, 36(14): 1059-1062. DOI: 10.3760/cma.j.cn101070-20201222-01929.

[3] Ma J, Wang Z, Luo C, et al. Epidemiological and clinical characteristics of neonatal *Ureaplasma urealyticum* infection[J]. Infect Drug Resist, 2024, 17: 1323-1332. PMID: 38585416. PMCID: PMC10995099. DOI: 10.2147/IDR.S452014.

[4] Silwedel C, Laube M, Speer CP, et al. The role of *Ureaplasma* species in prenatal and postnatal morbidity of preterm infants: current concepts[J]. Neonatology, 2024, 121(5): 627-635. PMID: 38934167. DOI: 10.1159/000539613.

[5] 魏红玲, 邢燕, 周颖, 等. 胎龄小于32周早产儿解脲脲原体肺炎的临床特征分析[J]. 中华预防医学杂志, 2021, 55(2): 239-244. PMID: 34645186. DOI: 10.3760/cma.j.cn112150-20201208-01432.

[6] 郑淮武, 万胜明, 邱素清. 解脲支原体与新生儿疾病关系的研究进展[J]. 中华新生儿科杂志（中英文）, 2019, 34(3): 234-238. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2096-2932.2019.03.019.

[7] Jonduo ME, Vallely LM, Wand H, et al. Adverse pregnancy and birth outcomes associated with *Mycoplasma hominis*, *Ureaplasma urealyticum* and *Ureaplasma parvum*: a systematic review and meta-analysis[J]. BMJ Open, 2022, 12(8): e062990. PMID: 36028274. PMCID: PMC9422885. DOI: 10.1136/bmjopen-2022-062990.

[8] 陈凌, 汤颖, 杨羡球. 解脲脲原体感染新生儿血常规、D-二聚体及降钙素原水平与坏死性小肠结肠炎的关系研究[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(15): 7-12. DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.15.002.

[9] Sprong KE, Mabenge M, Wright CA, et al. *Ureaplasma* species and preterm birth: current perspectives[J]. Crit Rev Microbiol, 2020, 46(2): 169-181. PMID: 32141797. DOI: 10.1080/1040841X.2020.1736986.

[10] Silwedel C, Schnee SV, Liese J, et al. Neonatal central nervous system infection by *Ureaplasma* species is rare, but relevant: results from a multicenter nationwide surveillance study[J]. Infection, 2025, 53(4): 1329-1339. PMID: 39821739. PMCID: PMC12316750. DOI: 10.1007/s15010-024-02435-2.

[11] 王燕琼, 曾雅丽, 陈雪雨, 等. 超早产儿解脲脲原体感染及定植状态的临床特征分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2024, 26(8): 811-816. PMID: 39148384. PMCID: PMC11334552. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2403002.

[12] Sun T, Fu J. Analysis of the clinical features of intrauterine *Ureaplasma urealyticum* infection in preterm infants: a case-control study[J]. Front Pediatr, 2021, 9: 774150. PMID: 34956983. PMCID: PMC8696116.

DOI: 10.3389/fped.2021.774150.

[13] Pansieri C, Pandolfini C, Elie V, et al. *Ureaplasma*, bronchopulmonary dysplasia, and azithromycin in European neonatal intensive care units: a survey[J]. Sci Rep, 2014, 4: 4076. PMID: 24518104. PMCID: PMC5379254.
DOI: 10.1038/srep04076.

[14] Samra Z, Rosenberg S, Dan M. Susceptibility of *Ureaplasma urealyticum* to tetracycline, doxycycline, erythromycin, roxithromycin, clarithromycin, azithromycin, levofloxacin and moxifloxacin[J]. J Chemother, 2011, 23(2): 77-79. PMID: 21571622. DOI: 10.1179/joc.2011.23.2.77.

[15] 胡海燕. 新生儿呼吸道解脲支原体的感染情况与药敏分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2021, 31(2): 165-167.

[16] Mabanta CG, Pryhuber GS, Weinberg GA, et al. Erythromycin for the prevention of chronic lung disease in intubated preterm infants at risk for, or colonized or infected with *Ureaplasma urealyticum*[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2003(4): CD003744. PMID: 14583992.
DOI: 10.1002/14651858.CD003744.

[17] Resch B, Gutmann C, Reiterer F, et al. Neonatal *Ureaplasma urealyticum* colonization increases pulmonary and cerebral morbidity despite treatment with macrolide antibiotics[J]. Infection, 2016, 44(3): 323-327. PMID: 26518581.
DOI: 10.1007/s15010-015-0858-7.

[18] Abdellatif M, Ghozy S, Kamel MG, et al. Association between exposure to macrolides and the development of infantile hypertrophic pyloric stenosis: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur J Pediatr, 2019, 178(3): 301-314. PMID: 30470884. DOI: 10.1007/s00431-018-3287-7.

[19] Cakan H, Polat E, Kocazeybek B, et al. Assessment of antibiotic susceptibility of *Ureaplasma urealyticum* from prostitutes and outpatient clinic patients using the E-test and agar dilution method[J]. Chemotherapy, 2003, 49(1/2): 39-43. PMID: 12714809. DOI: 10.1159/000069781.

[20] Viscardi RM, Terrin ML, Magder LS, et al. Randomised trial of azithromycin to eradicate *Ureaplasma* in preterm infants[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2020, 105(6): 615-622. PMID: 32170033. PMCID: PMC7592356.
DOI: 10.1136/archdischild-2019-318122.

[21] Viscardi RM, Terrin ML, Magder LS, et al. Randomized trial of azithromycin to eradicate *Ureaplasma* respiratory colonization in preterm infants: 2-year outcomes[J]. Pediatr Res, 2022, 91(1): 178-187. PMID: 33658655. PMCID: PMC8413397.
DOI: 10.1038/s41390-021-01437-2.

[22] Ballard HO, Anstead MI, Shook LA. Azithromycin in the extremely low birth weight infant for the prevention of bronchopulmonary dysplasia: a pilot study[J]. Respir Res, 2007, 8(1): 41. PMID: 17550598. PMCID: PMC1896160.
DOI: 10.1186/1465-9921-8-41.

[23] Ballard HO, Shook LA, Bernard P, et al. Use of azithromycin for the prevention of bronchopulmonary dysplasia in preterm infants: a randomized, double-blind, placebo controlled trial[J]. Pediatr Pulmonol, 2011, 46(2): 111-118. PMID: 20963840.
DOI: 10.1002/ppul.21352.

[24] Gharehbaghi MM, Peirovifar A, Ghojazadeh M, et al. Efficacy of azithromycin for prevention of bronchopulmonary dysplasia (BPD)[J]. Turk J Med Sci, 2012, 42(6): 1070-1075.
DOI: 10.3906/sag-1107-18.

[25] Nunes CR, Procianoy RS, Corso AL, et al. Use of azithromycin for the prevention of lung injury in mechanically ventilated preterm neonates: a randomized controlled trial[J]. Neonatology, 2020, 117(4): 522-528. PMID: 32894857.
DOI: 10.1159/000509462.

[26] Zeng Y, Huang Z, Wang Y, et al. Azithromycin for preventing bronchopulmonary dysplasia in extremely preterm infants: a cohort study[J]. Pediatr Pulmonol, 2025, 60(1): e27384. PMID: 39503175. PMCID: PMC11758769. DOI: 10.1002/ppul.27384.

[27] Chen X, Huang X, Lin Y, et al. Association of *Ureaplasma* infection pattern and azithromycin treatment effect with bronchopulmonary dysplasia in *Ureaplasma* positive infants: a cohort study[J]. BMC Pulm Med, 2023, 23(1): 229. PMID: 37365524. PMCID: PMC10294412.
DOI: 10.1186/s12890-023-02522-4.

[28] 张艳, 宋晓彤, 徐思媛, 等. 红霉素与阿奇霉素治疗早产儿解脲脲原体感染的随机对照研究[J]. 中华新生儿科杂志（中英文）, 2024, 39(12): 723-728.
DOI: 10.3760/cma.j.issn.2096-2932.2024.12.004.

[29] Razak A, Alshehri N. Azithromycin for preventing bronchopulmonary dysplasia in preterm infants: a systematic review and meta-analysis[J]. Pediatr Pulmonol, 2021, 56(5): 957-966. PMID: 33382534. DOI: 10.1002/ppul.25230.

[30] Chang E, Ballard KE, Johnson PN, et al. Azithromycin for eradication of *Ureaplasma* and prevention of bronchopulmonary dysplasia in preterm neonates in the neonatal intensive care unit [J]. J Pediatr Pharmacol Ther, 2023, 28(1): 10-19. PMID: 36777984. PMCID: PMC9901312.
DOI: 10.5863/1551-6776-28.1.10.

[31] Smith C, Egunsola O, Choonara I, et al. Use and safety of azithromycin in neonates: a systematic review[J]. BMJ Open, 2015, 5(12): e008194. PMID: 26656010. PMCID: PMC4679913. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-008194.

[32] Ozdemir R, Erdeve O, Dizdar EA, et al. Clarithromycin in preventing bronchopulmonary dysplasia in *Ureaplasma urealyticum*-positive preterm infants[J]. Pediatrics, 2011, 128(6): e1496-e1501. PMID: 22123897. DOI: 10.1542/peds.2011-1350.

[33] Guo D, Cai Y, Chai D, et al. The cardiotoxicity of macrolides: a systematic review[J]. Pharmazie, 2010, 65(9): 631-640. PMID: 21038838.

[34] Pereyre S, Hénin N, Dolzy A, et al. Evaluation of commercial, customized microdilution plates for *Ureaplasma parvum*, *Ureaplasma urealyticum*, and *Mycoplasma hominis* antimicrobial susceptibility testing and determination of antimicrobial resistance prevalence in France[J]. J Clin Microbiol, 2024, 62(7): e0022624. PMID: 38832769. PMCID: PMC11324033. DOI: 10.1128/jcm.00226-24.

[35] Yang T, Pan L, Wu N, et al. Antimicrobial resistance in clinical

Ureaplasma spp. and *Mycoplasma hominis* and structural mechanisms underlying quinolone resistance[J]. Antimicrob Agents Chemother, 2020, 64(6): e02560-19. PMID: 32229497. PMCID: PMC7269463. DOI: 10.1128/AAC.02560-19.

[36] Waites KB, Crabb DM, Xiao L, et al. *In vitro* activities of eravacycline and other antimicrobial agents against human mycoplasmas and ureaplasmas[J]. Antimicrob Agents Chemother, 2020, 64(8): e00698-20. PMID: 32513794. PMCID: PMC7526834. DOI: 10.1128/AAC.00698-20.

[37] Guo F, Tang Y, Zhang W, et al. DnaJ, a promising vaccine candidate against *Ureaplasma urealyticum* infection[J]. Appl Microbiol Biotechnol, 2022, 106(22): 7643-7659. PMID: 36269329. PMCID: PMC9589543. DOI: 10.1007/s00253-022-12230-4.

[38] Fleming D, Patel R. Flurofamide prevention and treatment of *Ureaplasma*-induced hyperammonemia[J]. Microbiol Spectr, 2022, 10(5): e0192722. PMID: 35993783. PMCID: PMC9602998. DOI: 10.1128/spectrum.01927-22.

[39] Biernat-Sudolska M, Rojek-Zakrzewska D, Bilska-Wilkosz A. *In-vitro* activity of lipoic acid against *Ureaplasma urealyticum* and *Ureaplasma parvum* isolated from women with infections of the urogenital tract. A pilot study[J]. Acta Biochim Pol, 2020, 67 (4): 623-628. PMID: 33332062. DOI: 10.18388/abp.2020_5413.

[40] Chen L, Zhang Z, Zeng Q, et al. Subtractive genomics and comparative metabolic pathways profiling revealed novel drug targets in *Ureaplasma urealyticum*[J]. Front Microbiol, 2024, 15: 1484423. PMID: 39539704. PMCID: PMC11557531. DOI: 10.3389/fmicb.2024.1484423.

（本文编辑：杨丹）

（版权所有©2025 中国当代儿科杂志）