

A Review on Mechanisms of Antimicrobial Resistance in Human Pathogenic Bacteria: Challenges and Emerging Therapeutic Strategies

Pegah Rezaei¹ – Arman Moradi²

1- Department of Microbiology Hamedan University of medical science, Hamadan, Iran

2- Department of Microbiology, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

Abstract

Antimicrobial resistance (AMR) is one of the major global health challenges of the current century, resulting from the inappropriate and excessive use of antibiotics in the fields of medicine, agriculture and the environment. Reports from the World Health Organization show that resistant infections have increased morbidity, mortality and treatment costs. With the slow pace of discovery of new antibiotics, a more detailed understanding of the mechanisms of resistance and the development of new therapeutic methods are essential. The main mechanisms of resistance include the production of drug-inactivating enzymes, changes in the location of drug targets, efflux pumps and reduced penetration of drugs into the cell. Horizontal gene transfer causes the rapid spread of resistance in bacterial populations. Multidrug-resistant (MDR) and extensively drug-resistant (XDR) strains have created serious treatment problems. In addition, the shortage of new drugs and the misuse of antibiotics have exacerbated this crisis. New therapeutic approaches such as phage therapy, antimicrobial peptides, pump inhibitors and CRISPR-Cas systems have brought new hope. Tackling drug resistance requires global collaboration, the development of new drugs and the implementation of careful antibiotic stewardship policies. These measures can prevent the spread of resistance and maintain the effectiveness of antimicrobial therapies in the future.

Keywords:

Antibiotic resistance; Pathogenic bacteria; Resistance mechanisms; Novel therapies;
Multidrug resistance

مروری بر مکانیسم‌های مقاومت ضدمیکروبی در باکتری‌های بیماری‌زای انسانی: چالش‌ها و استراتژی‌های درمانی
نوظهور

پگاه رضایی¹ - آرمان مرادی²

1- گروه میکروبیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

2- گروه میکروبیولوژی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

چکیده

مقاومت ضد میکروبی (AMR) یکی از چالش‌های بزرگ سلامت جهانی در قرن حاضر است که ناشی از مصرف نامناسب و زیاد آنتی‌بیوتیک‌ها در حوزه‌های درمانی، کشاورزی و محیط زیست می‌باشد. گزارش‌های سازمان جهانی بهداشت نشان می‌دهد که عفونت‌های مقاوم باعث افزایش بیماری، مرگ‌ومیر و هزینه‌های درمانی شده‌اند. با کند شدن روند کشف آنتی‌بیوتیک‌های جدید، درک دقیق‌تر مکانیسم‌های مقاومت و توسعه روش‌های درمانی نوین ضروری است. مکانیسم‌های اصلی مقاومت شامل تولید آنزیم‌های غیر فعال‌کننده دارو، تغییر محل هدف دارویی، پمپ‌های خروجی و کاهش نفوذ دارو به سلول می‌باشند. انتقال افقی ژن‌ها باعث گسترش سریع مقاومت در جمعیت‌های باکتریایی می‌شود. گونه‌های چنددارویی مقاوم (MDR) و بسیار مقاوم (XDR) مشکلات جدی درمانی ایجاد کرده‌اند. همچنین، کمبود داروهای جدید و سوء استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها این بحران را تشدید کرده است. روش‌های نوین درمانی مانند درمان فازی، پپتیدهای ضد میکروبی، مهارکننده‌های پمپ و سیستم‌های CRISPR-Cas امیدهای تازه‌ای ایجاد کرده‌اند. مقابله با مقاومت دارویی نیازمند همکاری جهانی، توسعه داروهای نوین و اجرای سیاست‌های مدیریت دقیق آنتی‌بیوتیک است. این اقدامات می‌توانند مانع گسترش مقاومت و حفظ اثربخشی درمان‌های ضد میکروبی در آینده شوند.

Reference

- 1) Elshobary, M. E., Badawy, N. K., Ashraf, Y., Zatioun, A. A., Masriya, H. H., Ammar, M. M., ... & Assy, A. M. (2025). Combating antibiotic resistance: Mechanisms, multidrug-resistant pathogens, and novel therapeutic approaches: An updated review. *Pharmaceuticals*, 18(3), 402.
- 2) Gajic, I., Tomic, N., Lukovic, B., Jovicevic, M., Kekic, D., Petrovic, M., ... & Opavski, N. (2025). A comprehensive overview of antibacterial agents for combating Multidrug-Resistant bacteria: the current landscape, development, future opportunities, and challenges. *Antibiotics*, 14(3), 221.
- 3) Qadri, H., Shah, A. H., & Mir, M. (2021). Novel strategies to combat the emerging drug resistance in human pathogenic microbes. *Current drug targets*, 22(12), 1424-1436.
- 4) Belay, W. Y., Getachew, M., Tegegne, B. A., Teffera, Z. H., Dagne, A., Zeleke, T. K., ... & Aschale, Y. (2024). Mechanism of antibacterial resistance, strategies and next-generation antimicrobials to contain antimicrobial resistance: a review. *Frontiers in Pharmacology*, 15, 1444781.
- 5) Sharma, S., Chauhan, A., Ranjan, A., Mathkor, D. M., Haque, S., Ramniwas, S., ... & Yadav, V. (2024). Emerging challenges in antimicrobial resistance: implications for pathogenic microorganisms, novel antibiotics, and their impact on sustainability. *Frontiers in microbiology*, 15, 1403168.
- 6) Adefisoye, M. A., & Olaniran, A. O. (2023). Antimicrobial resistance expansion in pathogens: a review of current mitigation strategies and advances towards innovative therapy. *JAC-Antimicrobial Resistance*, 5(6), dlad127.
- 7) Chinemerem Nwobodo, D., Ugwu, M. C., Oliseloke Anie, C., Al-Ouqaili, M. T., Chinedu Ikem, J., Victor Chigozie, U., & Saki, M. (2022). Antibiotic resistance: The challenges and some emerging strategies for tackling a global menace. *Journal of clinical laboratory analysis*, 36(9), e24655.