مروری بر عوامل میکروبیولوژیکی سطوح مرتبط با انتقال عفونت و بیوفیلم‌های میکروبی

امیرحسین خرمیان[۱] –سارا سجودی کورعباسلو[۱] – آرزو هاشمی خادملو[۱]- حنانه آماده[۱]

۱- گروه میکروبیولوژی، واحد اردبیل ، دانشگاه آزاد اسلامی ، اردبیل ، ایران

چکیده

انتقال میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا از طریق سطوح محیطی به‌ویژه در محیط‌های بیمارستانی و مراکز درمانی، یکی از مهم‌ترین عوامل گسترش عفونت‌های اکتسابی است که سلامت عمومی را به شدت تهدید می‌کند. این مقاله مروری به بررسی وسعت میکروبیولوژیکی سطوح، عوامل مؤثر بر استقرار و تکثیر میکروب‌ها و نقش بیوفیلم‌های میکروبی به‌عنوان بسترهای مقاوم و پایدار می‌پردازد. بیوفیلم‌ها، ساختارهای چندسلولی پیچیده‌ای هستند که توسط ماتریکس‌های پلی‌ساکاریدی، پروتئینی و نوکلئیک اسیدی حمایت می‌شوند و باعث افزایش مقاومت میکروب‌ها در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها و ضدعفونی‌کننده‌ها می‌شوند. مرور کامل مکانیسم‌های مولکولی مرتبط با شکل‌گیری بیوفیلم، از جمله سیستم‌های کوئروم سنسینگ ، تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با تولید پلیمرهای خارج سلولی (EPS) و تعاملات سلولی، بخش مهمی از این مقاله را تشکیل می‌دهد. افزون بر این، نقش عوامل محیطی مانند رطوبت، نوع سطح و دما در پایداری میکروبیوم سطوح تحلیل شده است. در ادامه، فناوری‌های نوین زیستی و نانوبیوتکنولوژیکی برای تشخیص سریع و حذف بیوفیلم‌ها، شامل کاربرد نانوذرات ضد میکروبی، پوشش‌های زیست‌فعال و استراتژی‌های ترکیبی دارویی معرفی شده‌اند که می‌توانند نقش مهمی در مهار انتقال عفونت‌های مقاوم به دارو ایفا کنند. همچنین، راهکارهای مدیریتی و پیشگیرانه برای کنترل بار میکروبی سطوح و کاهش شیوع بیماری‌های عفونی در محیط‌های بهداشتی پیشنهاد شده است. این مقاله مروری می‌تواند به توسعه روش‌های جامع‌تر کنترل عفونت‌های مرتبط با سطوح کمک کرده و زمینه‌های جدیدی را در حوزه زیست‌فناوری محیطی و پزشکی فراهم آورد.

کلمات کلیدی: بیوفیلم میکروبی، انتقال عفونت، مقاومت آنتی‌بیوتیکی، کوئروم سنسینگ ، پلیمرهای خارج‌سلولی، کنترل عفونت، میکروارگانیسم‌های سطوح

A review of microbiological factors on surfaces associated with infection transmission and microbial biofilms

Amir Hossein Khorramian[1] – Sara Sojoodi korabbaslu[1] – Arezoo Hashemi Khademlu[1] – Hannaneh Amadeh[1]

1- Department of Microbiology, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran

Abstract

The transfer of harmful microorganisms via environmental surfaces, particularly in hospitals and healthcare environments, is a crucial factor in the dissemination of acquired infections that pose significant risks to public health. This review article explores the microbiological aspects of surfaces, the elements that influence the establishment and growth of microbes, along with the function of microbial biofilms as resilient and stable substrates. Biofilms are intricate multicellular structures supported by matrices of polysaccharides, proteins, and nucleic acids, which enhance the resistance of microbes to both antibiotics and disinfectants. An in-depth analysis of the molecular processes involved in biofilm formation, including quorum sensing mechanisms, regulation of gene expression related to extracellular polymer production (EPS), and cellular interactions, constitutes a significant component of this article. Additionally, the impact of environmental factors such as humidity, surface characteristics, and temperature on the stability of the surface microbiome is examined. Following this, innovative biological and nanobiotechnological approaches for the swift detection and elimination of biofilms are presented, including the application of antimicrobial nanoparticles, bioactive coatings, and strategies involving drug combinations, which can play a vital role in preventing the spread of drug-resistant infections. Furthermore, strategies for management and prevention are suggested to control the microbial load on surfaces and diminish the occurrence of infectious diseases within healthcare settings. This review article aims to aid in the development of more effective methods for managing surface-associated infections and opens new avenues in the realm of environmental and medical biotechnology .

Keywords: Microbial biofilm, Infection transmission, Antibiotic resistance, Quorum sensing, Extracellular polymers, Infection control, Surface microorganisms

Reference

1) Percival, S. L., Emanuel, C., Cutting, K. F., & Williams, D. W. (2012). Microbiology of the skin and the role of biofilms in infection. *International wound journal*, *9*(1), 14-32.
2) Donlan, R. M. (2002). Biofilms: microbial life on surfaces. *Emerging infectious diseases*, *8*(9), 881.
3) Caldara, M., Belgiovine, C., Secchi, E., & Rusconi, R. (2022). Environmental, microbiological, and immunological features of bacterial biofilms associated with implanted medical devices. *Clinical microbiology reviews*, *35*(2), e00221-20.
4) Wißmann, J. E., Kirchhoff, L., Brüggemann, Y., Todt, D., Steinmann, J., & Steinmann, E. (2021). Persistence of pathogens on inanimate surfaces: a narrative review. *Microorganisms*, *9*(2), 343.
5) Kramer, A., Lexow, F., Bludau, A., Köster, A. M., Misailovski, M., Seifert, U., ... & Scheithauer, S. (2024). How long do bacteria, fungi, protozoa, and viruses retain their replication capacity on inanimate surfaces? A systematic review examining environmental resilience versus healthcare-associated infection risk by "fomite-borne risk assessment". *Clinical Microbiology Reviews*, *37*(4), e00186-23.
6) Mishra, A., Aggarwal, A., & Khan, F. (2024). Medical device-associated infections caused by biofilm-forming microbial pathogens and controlling strategies. *Antibiotics*, *13*(7), 623.
7) Palma, F., Díaz-Navarro, M., Visedo, A., Sanz-Ruíz, P., Brandi, G., Schiavano, G. F., & Guembe, M. (2025). Assessment of the anti-biofilm effect of UV-C irradiation (254nm) against Healthcare Associated Infections (HAI) related microorganisms. *Frontiers in Microbiology*, *16*, 1570334.