

پوشش آنتی باکتریال کیتوزان-کافئیک اسید برای سطوح PDMS: آزادسازی پایدار موکسی فلوکسازین و چسبندگی پوشش طولانی مدت

چکیده

کاتترهای ورید مرکزی (CVCs¹) عمدتاً برای انجام شیمی‌درمانی، همودیالیز و سایر درمان‌ها استفاده می‌شوند. این تجهیزات پزشکی که عمدتاً از پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان (PDMS²) ساخته شدند، به دلیل تشکیل احتمالی بیوفیلم، دارای خطر ذاتی عفونت می‌باشند و در نتیجه خطر داشتن عوارض را افزایش می‌دهند. پوشش‌های پلیمری رهایش دارو استراتژی شناخته شده‌ای برای مبارزه با تشکیل بیوفیلم هستند. با این حال، چسبندگی پوشش به بستر در طول زمان چالش بزرگی است. بنابراین، این پژوهش با هدف طراحی پوششی مبتنی بر کیتوزان طراحی شد تا حداکثر چسبندگی و پایداری را داشته باشد، تا رهایش پایدار دارو و خواص ضد باکتریایی را برای حداقل 14 روز تضمین نماید. پوششی متشکل از کیتوزان (CS³) به عنوان حامل دارو، کافئیک اسید (CA⁴) و سولفات مس به عنوان اتصال‌دهنده‌های عرضی و موکسی‌فلوکسازین (Mox⁵) به عنوان آنتی‌بیوتیک، از طریق فرآیند ریخته‌گری کنترل‌شده بر روی سطح PDMS عامل‌دار رسوب داده شد. اصلاح سطح PDMS توسط طیف‌سنجی فوتوالکترون اشعه ایکس (XPS⁶) و مادون قرمز انتقال فوریه (FTIR⁷) مورد بررسی قرار گرفت. آزادسازی آنتی‌بیوتیک در طول زمان در شرایط شبه فیزیولوژیکی (pH 7.4 و در دمای 37 °C) اندازه‌گیری شد. سنجش سمیت سلولی غیرمستقیم بر روی فیبروبلاست‌های پوستی انسانی (HDF⁸) انجام شد. چسبندگی پوشش طراحی شده توسط تست کشش مخصوص طراحی شده، قبل و بعد از پیری به مدت 14 روز در PBS⁹ ارزیابی شد. تجزیه و تحلیل XPS و FTIR اصلاح موفقیت‌آمیز سطح PDMS را تأیید نمود. پوشش CS-CA-Cu-Mox منجر به غیر سیتوتوکسیک بودن نسبت به HDF شد و انتشار پایدار موکسی‌فلوکسازین را تا 49 روز به نمایش گذاشت. علاوه بر این، پوشش‌های CS-CA و

¹ central venous catheters

² polydimethylsiloxane

³ chitosan

⁴ caffeic acid

⁵ moxifloxacin

⁶ x-ray photoelectron spectroscopy

⁷ Fourier-transfer infrared

⁸ human dermal fibroblasts

⁹ phosphate buffer saline

CS-CA-Cu فعالیت ضد باکتریایی را به مدت 21 روز علیه *E. coli* و به مدت 14 روز در برابر استافیلوکوکوس اورئوس نشان دادند. نکته مهم این است که پوشش پس از 14 روز در شرایط شبه فیزیولوژیکی چسبندگی پایدار را حفظ نمود. این پژوهش بینش جدیدی را در مورد رفتار چسبندگی پوشش‌های پلیمری برای دستگاه‌های پزشکی ارائه می‌دهد که به ندرت در دیگر پژوهش‌ها گزارش شده است.

کلیدواژه‌ها: پوشش، باکتری‌کش، ثبات.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، اثرات ترکیبات پوششی مبتنی بر کیتوزان بر استحکام چسبندگی آن‌ها به PDMS و همچنین اثربخشی آن به عنوان سیستم دارورسانی کوتاه مدت (تا 2 هفته) مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل شیمیایی سطح نشان داد که هر دو عامل‌سازی سطح PDMS و پیوند پوشش موثر می‌باشند. هنگامی که CA و CA-Cu، به عنوان اتصال‌دهنده CS به ترکیب اضافه می‌شوند، پوشش‌های مبتنی بر CS آبدوست‌تر و صاف‌تر از CS-0 شدند. همچنین مشاهده شد که افزایش درجه اتصال عرضی بر سینتیک انتشار آنتی‌بیوتیک تأثیر می‌گذارد. تمام فرمولاسیون‌ها، رهایش پایدار را تا 49 روز نشان دادند. با این حال، انتشار انفجار اولیه در پوشش‌های CS-CA و CS-CA-Cu کمتر از CS-0 می‌باشد. علاوه بر این، مقدار غلظت Mox آزاد شده در طول زمان ثابت شد که پس از روز اول ثابت می‌باشد و بالاتر از مقادیر MIC برای استافیلوکوکوس اورئوس و *E. coli* است. در حالی که فرمولاسیون CS-0-Mox پس از 14 روز و 21 روز به ترتیب برای *E. coli* و *S. aureus* آلوده شد، پوشش‌های CS-CA-Mox و CS-CA-Cu-Mox قادر به جلوگیری از رشد باکتری‌ها به ترتیب 21 و 14 روز علیه *E. coli* و *S. aureus* می‌باشند. فرمول CS-CA-Cu اثرات سیتوتوکسیک مشاهده شده بر HDF را در مقایسه با پوشش‌های حاوی CA به تنهایی کاهش داد. علاوه بر این، استحکام چسبندگی پوشش بر روی PDMS، که توسط تست کشش ارزیابی شد، نشان داد که فرآیند پوشش ارائه شده در این جا در طول زمان حتی در محیطی شبه فیزیولوژیکی بسیار چسبنده است. در میان تمام فرمول‌های آزمایش شده، CS-CA-Cu امیدوارکننده‌ترین عملکرد را نشان داد و فعالیت ضد باکتریایی را تا 21 روز در برابر استافیلوکوکوس اورئوس و *E. coli* حفظ می‌نماید، در حالی که هیچ اثر سیتوتوکسیک از خود نشان نمی‌دهد.

Reference

da Silva Veloso, F., Chevallier, P., Wiggers, H. J., Copes, F., Drouin, B., & Mantovani, D. (2024). Chitosan-Caffeic Acid Antibacterial Coating for PDMS Surfaces: A Sustained Moxifloxacin Release and Prolonged Coating Adhesion. *Coatings*, 14(3), 291.

DOI: <https://doi.org/10.3390/coatings14030291>

ترجمه و ویرایش: جواد برزوئی

