

مقابله با عفونت‌های دستگاه ادراری مرتبط با کاتتر با استفاده از فناوری‌های ضد میکروبی نسل بعدی

چکیده

کاتترهای ادراری و سایر وسایل پزشکی مرتبط با دستگاه ادراری مانند استنت‌ها از عوامل اصلی عفونت‌های مجاری ادراری بیمارستانی (UTIs¹) هستند زیرا مسیری برای ورود پاتوژن‌ها به مثانه فراهم می‌نمایند. با توجه به اینکه عفونت‌های دستگاه ادراری مرتبط با کاتتر (CAUTIs²) تقریباً 75% از عفونت‌های ادراری را تشکیل می‌دهند و UTI‌ها شایع‌ترین نوع عفونت‌های مرتبط با مراقبت‌های بهداشتی را نشان می‌دهند، فناوری‌های جدید دستگاه‌های ضد عفونی ضروری هستند. افزایش سریع مقاومت ضد میکروبی در زمینه CAUTIs اهمیت چنین استراتژی‌های پیشگیرانه را بیشتر نشان می‌دهد. در این پژوهش، عوامل خطر برای کلونیزاسیون پاتوژن در دستگاه ادراری با در نظر گرفتن ماهیت و مکانیسم این محیط منحصر به فرد تشریح شد. علاوه بر این، امیدوارکننده‌ترین استراتژی‌های پیشگیرانه نسل بعدی به طور انتقادی ارزیابی شدند که به‌ویژه بر روی پوشش‌های سطحی ضد عفونی تمرکز می‌نمایند. در نهایت، رویکردهای نوظهور در این زمینه و تأثیر بالینی احتمالی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

کلیدواژه‌ها: فناوری‌های ضد میکروبی، CAUTI، پوشش‌ها، دستگاه‌های پزشکی، پاتوژن‌ها، کاتترهای ادراری.

نتیجه‌گیری

CAUTI‌های اکتسابی بیمارستانی یکی از شایع‌ترین و پیچیده‌ترین عفونت‌های بیمارستانی هستند. این مشکل بالینی با عوارض و مرگ و میر قابل توجهی مرتبط است و به‌طور فزاینده‌ای تحت تأثیر افزایش AMR³ قرار می‌گیرد. تقریباً 15 تا 25%، بیماران بستری در بیمارستان نیاز به استفاده از کاتترهای ادراری با کاتتریزاسیون طولانی مدت دارند که نشان‌دهنده نگرانی جدی برای سلامتی است زیرا خطر عفونت با زمان کاتتریزاسیون افزایش می‌یابد. استراتژی‌هایی برای دستیابی به اثربخشی ضد عفونی بهبودیافته در زمینه کاتترهای ادراری با استفاده از پوشش‌های کم رسوب، اصلاح سطح با پوشش‌هایی که توانایی کشتن تماسی دارند و انتشار عوامل ضد میکروبی انجام شد.

¹ urinary tract infection

² catheter-associated urinary tract infections

³ antimicrobial resistance

با این حال، ماهیت چند عاملی مشکل از جمله (الف) فرآیند کاتتریزاسیون، آسپسیس و نگرانی‌های عقیمی، (ب) تأثیر بافت اطراف بر مسائلی مانند جذب پروتئین و کلونیزاسیون میکروبی و (ج) توانایی باکتری‌ها در سازگاری فنوتیپی با محیط‌های خشن و همچنین تفاوت در شرایط محیطی توسعه بیشتر را محدود می‌نماید. استراتژی ضد میکروبی ایده‌آل برای کاتتر ادراری باید بر راحتی بیمار، مهار جذب پروتئین، اتصال میکروبی و کلونیزاسیون، فعالیت ضد میکروبی وسیع، زیست‌سازگاری و همچنین اثربخشی و پایداری طولانی مدت با در نظر گرفتن استفاده طولانی مدت از کاتترهای ادراری تمرکز نماید. طراحی رویکرد ضد میکروبی ایده‌آل برای کاتترهای ادراری باید محیط‌های مختلف، نیروهای مکانیکی و هیدرودینامیک مرتبط با سطح داخلی و خارجی کاتتر را نیز در نظر بگیرد، که ممکن است به استراتژی‌های ضد میکروبی متفاوتی نیاز داشته باشد.

مطالعه گسترده‌تر در مورد عفونت اوروپاتوژن، از جمله عوامل بیماری‌زای آن‌ها، استراتژی‌های ماندگاری آن‌ها مانند تشکیل بیوفیلم و درک بهتر مکانیسم‌های حاکم بر تعاملات دستگاه/بافت، در را به روی رویکردهای نوآورانه تغییر سطح شیمیایی و فیزیکی باز می‌نماید که صرفاً به آنتی‌بیوتیک‌ها وابسته نیستند. به دلیل بزرگی و فوریت مشکل بالینی از یک سو و تعدد راه‌حل‌های امیدوارکننده‌ای که در حال توسعه هستند از سوی دیگر، آینده برای توسعه و انتقال فناوری‌های ضد میکروبی بسیار مؤثر که می‌توانند برای مقابله با عفونت‌های ادراری ناشی از کاتتر (CAUTIs) استفاده شوند، روشن به نظر می‌رسد. در این پژوهش، پوشش‌های چندمنظوره که شامل لایه‌های متعدد دفاعی مانند خواص کم‌چسبندگی، نانو-ساختارهای باکتری‌کش و سیستم‌های کاهش جمعیت برای مهار عوامل بیماری‌زایی هستند، به‌ویژه امیدوارکننده به نظر می‌رسند.

انتظار می‌رود اتخاذ رویکردهایی که به AMR منجر نمی‌شوند، مانند استراتژی‌های مبتنی بر توپوگرافی نانو، نقش مهمی را ایفا نماید، زیرا موضوع AMR به سرعت به منبع اصلی نگرانی تبدیل می‌شود. در حالی که محدودیت‌های تولید در مقیاس بزرگ و هزینه این فناوری‌های جدید نیز نقش مهمی را ایفا می‌نمایند، انتظار می‌رود که این مسائل بدون موانع بزرگ حل شوند.

علیرغم طیف وسیعی از عوامل و رویکردهای ضد میکروبی که در پژوهش‌های پیشین آمده است، عدم وجود پروتکل‌های استاندارد برای ارزیابی *in vitro* اثر بخشی ضد میکروبی سطح کاتتر منجر به عدم توانایی در مقایسه نتایج و پیش‌بینی دقیق‌تر اثر بخشی ضد میکروبی در سطح کاتتر می‌شود. این کمبود پروتکل‌های استاندارد نیز مانع پیشرفت این فناوری‌ها در عمل بالینی می‌شود. با این حال، درک کلی از پیچیدگی موضوع در حال ظهور است و جامعه تحقیقاتی به طور هماهنگ برای مقابله بهتر با CAUTI‌ها کار می‌نمایند.

به‌طور کلی، پیش‌بینی می‌شود که آینده برای کاتترهای ادراری و دستگاه‌های مرتبط روشن به نظر می‌رسد. در آینده، انتظار می‌رود که کاتترهای ادراری نسل بعدی از فناوری‌های ضد میکروبی چند منظوره برای دستیابی به کاهش شدید میزان عفونت این نوع مهم از تجهیزات پزشکی استفاده نمایند.

Reference

Duque-Sanchez, L., Qu, Y., Voelcker, N. H., & Thissen, H. (2024). Tackling catheter-associated urinary tract infections with next-generation antimicrobial technologies. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 112(3), 312-335.

DOI: 10.1002/jbm.a.37630

ترجمه و ویرایش: جواد برزوئی

