POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

میکروپمپ‌های مبتنی بر MEMS در دارو رسانی و استفاده‌های زیست پزشکی

چکیده

این مقاله به‌طور خلاصه پیشرفت در توسعه میکروپمپ‌های مبتنی بر MEMS[1] و کاربردهای آن‌ها در دارو رسانی و سایر کاربردهای زیست‌پزشکی مانند سیستم‌های تجزیه و تحلیل میکروتوتال (μTAS) یا سیستم آزمایشگاه روی تراشه[2] و سیستم‌های تست نقطه مراقبت[3] (POCT) را مرور می‌نماید. تمرکز این مقاله، ارائه ویژگی‌های کلیدی میکروپمپ‌ها مثل روش‌های فعال‌سازی، اصول کار، ساخت، روش‌های ساخت، پارامترهای عملکرد و کاربردهای پزشکی آن‌هاست. میکروپمپ‌ها بر اساس روشی که با آن انرژی تحریک برای هدایت جریان سیال به دست می‌آید، به مکانیکی یا غیر مکانیکی طبقه بندی می‌شوند. این نظرسنجی تلاش می‌نماید تا مرجعی جامع برای محققانی که روی طراحی و توسعه میکروپمپ‌های مبتنی بر MEMS کار می‌نمایند و منبعی برای کسانی که خارج از این حوزه هستند که مایلند بهترین میکروپمپ موجود را برای یک دارو رسانی خاص یا کاربردهای زیست‌پزشکی انتخاب نمایند، ارائه دهد. میکروپمپ‌هایی برای رساندن انسولین از طریق پوست، پروتز عضله مصنوعی[4]، میکروپمپ‌های ضد ترومبوژنیک[5] برای انتقال خون، میکروپمپ برای تزریق گلوکز در بیماران دیابتی و استفاده از انتقال‌دهنده‌های عصبی به اعصاب و میکروپمپ‌ها در سنجش شیمیایی و بیولوژیکی گزارش شده‌اند. پارامترهای مختلف عملکرد مانند سرعت جریان، فشار ایجاد شده و اندازه ریزپمپ برای ساده نمودن انتخاب میکروپمپ مناسب برای کاربردی خاص مقایسه شده‌اند. میکروپمپ‌های محرک لایه‌های پلیمری الکتروشیمیایی و رسانای یونی[6] (ICPF) امیدوارکننده‌ترین پمپ‌هایی هستند که نرخ جریان کافی را در ولتاژ بسیار کم اعمال می‌نمایند. میکروپمپ‌های الکترواسموتیک ولتاژ بالایی مصرف می‌کنند اما فشارهای بالایی را نشان می‌دهند و برای کاربردهایی در نظر گرفته شده‌اند که در آن‌ها ریز بودن از نظر اندازه و ایجاد فشار بالا مورد نیاز است. میکروپمپ‌های دو فلزی و الکترواستاتیکی از نظر اندازه کوچکتر هستند اما فرکانس خود پمپاژ بالایی را نشان می‌دهند و تحقیقات بیشتر در مورد طراحی آن‌ها می‌تواند عملکرد آن‌ها را بهبود بخشد. میکروپمپ‌های مبتنی بر محرک پیزوالکتریک به ولتاژ نسبتاً بالایی نیاز دارند، اما نرخ جریان بالایی را نشان می‌دهند و به نوع غالب میکروپمپ‌ها در سیستم‌های دارو رسانی و سایر کاربردهای

[1] Microelectromechanical systems
[2] Lab-on-a-chip
[3] Point of care testing systems
[4] Artificial sphincter prosthesis
[5] Antithrombogenic
[6] Ion conductive polymer film

زیست‌پزشکی تبدیل شده‌اند. اگرچه پیشرفت‌های زیادی در تحقیقات میکروپمپ انجام شده و عملکرد میکروپمپ‌ها به‌طور مداوم در حال افزایش است، هنوز نیاز به ترکیب دسته‌های مختلف میکروپمپ‌ها در دارو رسانی عملی و دستگاه‌های زیست‌پزشکی وجود دارد و این امر به ارائه محرک‌های اساسی برای تحقیق و توسعه میکروپمپ در آینده ادامه خواهد داد.

کلیدواژه‌ها: سیستم‌های میکروالکترومکانیکال، میکروفلوئیدیکز، میکروپمپ، دارو رسانی، سیستم‌های تجزیه و تحلیل میکروتوتال، تست نقطه مراقبت، رساندن انسولین، پروتز عضله مصنوعی، میکروپمپ ضد ترومبوژنیک، لایه پلیمری الکتروشیمیایی و رسانای یونی، الکتروشیمیایی، میکروپمپ نوع تبخیری

Keywords: MEMS, Microfluidics, Micropump, Drug delivery, Micrototal analysis systems (μTAS), Point of care testing (POCT), Insulin delivery, Artificial sphincter prosthesis, Antithrombogenic micropump, Ion conductive polymer film (ICPF), Electrochemical, Evaporation type micropump

نتیجه گیری

کارهای اولیه بر روی میکروپمپ ها در سال ۱۹۷۵ آغاز شد. با این حال تحقیق و توسعه بر روی میکروپمپ‌ها با استفاده از فناوری ساخت میکرو در دهه ۱۹۸۰ آغاز شد و در حدود سال ۱۹۹۰ به سمت منطقه MEMS تغییر مسیر داد. از آن زمان، فناوری MEMS برای نیازهای صنعت زیست پزشکی به کار گرفته شده است که منجر به توسعه دسته‌های مختلف مفاهیم میکروپمپ، فناوری‌های ساخت، دستگاه‌ها و کاربردها شده است. میکروپمپ‌هایی برای کاربردهای مختلف زیست‌پزشکی مانند رساندن انسولین از طریق پوست، پروتز اسفنکتر مصنوعی، میکروپمپ‌های ضد ترومبوژنیک برای انتقال خون، میکروپمپ برای تزریق گلوکز در بیماران دیابتی و تجویز انتقال‌دهنده‌های عصبی به اعصاب و میکروپمپ‌ها برای سنجش شیمیایی و بیولوژیکی گزارش شده‌اند. زیست سازگاری میکروپمپ‌های مبتنی بر MEMS به‌طور فزاینده‌ای اهمیت می‌یابد و استفاده از مواد مبتنی بر پلیمر زیست‌سازگار مانند پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان[1] (PDMS) و پلی‌متیل‌متاکریلات[2] (PMMA) و غیره در حال رشد است. میکروپمپ‌های جابه‌جایی مکانیکی فعال شده با پیزوالکتریک کانون توجه خاص بوده‌اند و به‌طور گسترده در سیستم‌های دارو رسانی و تست نقطه مراقبت (POCT) مورد استفاده قرار گرفته‌اند. ولتاژ وضع شده یک عامل محدودیت کلیدی در نیروی محرکه دارو رسانی است. به عبارت دیگر، میکروپمپ‌ها به دلیل کاربرد حیاتی آن‌ها در سیستم‌های دارو رسانی باید با ولتاژ کم بحرانی، محدود شوند. میکروپمپ‌های الکترواستاتیک و پیزوالکتریک به ولتاژ محرکه بالایی نیاز دارند. میکروپمپ‌های با محرک‌های فیلم پلیمری رسانا مانند ICPF به نظر می‌رسد امیدوارکننده‌ترین میکروپمپ‌های مکانیکی هستند که نرخ جریان مناسبی را در ولتاژهای بسیار کم اعمال می‌کنند. با این حال عملکرد آن‌ها باید در برابر ساخت دسته‌ای پیچیده و دشوار سنجیده شود. در بین میکروپمپ‌های غیرمکانیکی، میکروپمپ‌های الکترورویتینگ و

[1] Polydimethylsiloxane
[2] Polymethylmethacrylate

الکتروشیمیایی برای کاربردهای ولتاژ پایین و سرعت جریان بالا مناسب هستند. میکروپمپ‌های الکترواسموتیک به ولتاژهای عملیاتی بالایی نیاز دارند و نرخ جریان پایینی را نشان می دهند. چنین میکروپمپ‌هایی برای کاربرد در سیستم‌های آنالیز میکرو مناسبند. بر اساس بررسی گسترده مقاله، نویسندگان به این نتیجه رسیدند که تجاری‌سازی کلی میکروپمپ‌های MEMS در دارو رسانی و کاربردهای زیست‌پزشکی هنوز در شروع کار است. اطلاعات فنی زیادی برای تعدادی از مفاهیم میکروپمپ در دسترس است. با این حال، بسیاری از میکروپمپ‌های جدید گزارش شده در این مقاله برای دارو رسانی و سایر کاربردهای زیست‌پزشکی هنوز باید در دستگاه‌های عملی گنجانده شوند. یافتن میکروپمپی مناسب برای کاربردی خاص، چالشی است و این امر به پژوهشگران انگیزه می‌دهد تا روی توسعه میکروپمپ‌ها و ترکیب آن‌ها در دارو رسانی عملی و سیستم‌های زیست‌پزشکی کار نمایند.

Reference

Nisar A., Afzulpurkar N., Mahaisavariya B., Tuantranont A., "MEMS-based micropumps in drug delivery and biomedical applications", Sensors and Actuators B 130 (2008) 917–942.

DOI: 10.1016/j.snb.2007.10.064

ویراستار: یاسمن باغبان