

حسگرهای چشمی و دارورسانی

چکیده

پیشرفت در مواد و فناوری‌های چند منظوره به لنزهای تماسی اجازه داده است تا به عنوان تجهیزات پوشیدنی برای نظارت مستمر پارامترهای زیستی و ارائه دارو برای بیماری‌های چشمی عمل نمایند. از آنجایی که مایعات اشک منبعی از نشانگرهای زیستی است، اندازه‌گیری مستقیم پارامترهای مختلف مانند غلظت گلوکز، اوره، پروتئین‌ها، نیتريت و یون‌های کلرید، فشار داخل چشم^۱ (IOP)، دمای قرنیه^۲ و pH را می‌توان به صورت غیر تهاجمی^۳ با استفاده از آن انجام داد. حسگر لنز تماسی میکروسیال^۴ مبتنی بر رنگ سنجی و مکانیسم‌های کنترل مایع، کاربران را قادر می‌سازد تا در خانه با استفاده از تلفن‌های هوشمند خودآزمایی نمایند. علاوه بر این، لنزهای تماسی مملو از دارو به عنوان پلت‌فرم‌های تحویل با استفاده از دوز پایین دارو با زمان ماندگاری طولانی و افزایش زیست‌فراهمی^۵ چشمی ظاهر شده‌اند. این بررسی، مروری بر لنزهای تماسی برای تشخیص چشمی و کاربردهای دارورسانی را ارائه می‌دهد. طرح‌ها، اصول کار و مکانیسم‌های سنجش حسگرها و سیستم‌های تحویل دارو بررسی شده است. کاربردهای بالقوه لنزهای تماسی در تشخیص نقطه مراقبت و پزشکی شخصی^۶، همراه با اهمیت ادغام واحدهای حسگر چندگانه همراه با سیستم‌های دارورسانی، نیز مورد بحث قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: چشم‌پزشکی، لنزهای تماسی، نظارت مستمر، پارامترهای زیستی، حسگرهای زیستی، مواد زیستی، کریستال‌های فوتونیک، زیست‌فراهمی، تشخیص.

نتیجه‌گیری

سلامتی خوب نیاز به نظارت دقیق بر بسیاری از پارامترهای فیزیکی به طور منظم دارد، زیرا این پارامترها نشانگر چندین بیماری هستند. دیابت و گلوکوم^۷ دو بیماری کشنده هستند که در صورت عدم توجه به موقع می‌توانند باعث کاهش بینایی جبران‌ناپذیری شوند. آنها هر دو خاموش باقی می‌مانند و به تدریج به حالت شدید می‌رسند بدون اینکه علائمی را نشان دهند. غلظت گلوکز و فشار داخل چشم به ترتیب از شاخص‌های دیابت و گلوکوم

¹ Intraocular pressure

² Corneal temperature

³ Non-invasively

⁴ Microfluidic contact lens sensor

⁵ Bioavailability

⁶ Personalized medicine

⁷ Glaucoma

هستند و نظارت مستمر آنها برای تشخیص زودهنگام جهت جلوگیری از عوارض جانبی اجتناب ناپذیر است. این اقدامات تشخیصی به طور رضایت بخشی توسط روش های سنتی برآورده نشده است. وجود نشانگرهای زیستی در مایع اشک آور نقش لنزهای تماسی را فراتر از مراقبت های چشمی گسترش داد. سنسورهای مبتنی بر لنز تماسی به راحتی فناوری غیرتهاجمی با قابلیت نظارت مداوم هستند. این دسته جدید از حسگرها چندین مرحله از تکامل را در معماری، روش کار و حالت های تهیه خوانش ها^۱ پشت سر گذاشته اند. فناوری میکروسیال اجزای حسگر فیزیکی را حذف نمود و با دستکاری مایعات در محدوده پیکولیترا یا تغییر رنگ در ریزساختار حکاکی شده^۲، پلت فرم حسگر را ارائه داد. با نگاهی به آینده، استفاده از امواج صوتی برای اندازه گیری IOP نیز می تواند به عنوان حوزه ناشناخته با پتانسیل های رشد عظیم، به ویژه به دلیل هزینه پایین اجزای مورد نیاز برای چنین اندازه گیری ها و ماهیت غیرتهاجمی کامل این روش، باشد.

در صورت استفاده از کاربردهای پزشکی پوشیدنی، لنزهای تماسی هوشمند همگرایی^۳ عالی در تشخیص و تحویل دارو هستند. علاوه بر تشخیص، دارورسانی برای بیماری های خاص را می توان با استفاده از لنزهای تماسی نرم نیز انجام داد که از نظر زمان ماندگاری طولانی تر و زیست فراهمی چشمی نسبت به قطره های چشمی معمولی سودمند است. بنابراین، تمرکز بر تحویل داروی چشمی مبتنی بر لنزهای تماسی نرم، افزایش زمان اقامت چشمی و به حداقل رساندن موانع آناتومیکی و فیزیکی زیست فراهمی چشمی و افزایش زیست فراهمی چشم است. برای کاهش بارگذاری ضعیف دارو و رهاسازی سریع دارو با روش خیساندن معمولی^۴، روش های چاپ مولکولی شامل ترکیب نانوذرات پلیمری استفاده شده است. نانوذرات پلیمری به عنوان حامل دارو درگیر می شوند و پس از بارگیری با دارو در ماتریس هیدروژل قرار می گیرند و در مورد داروهای حساس به نور، ترکیب نانوذرات پلیمری بدون دارو قبل از بارگیری دارو با خیساندن، برای جلوگیری از تجزیه دارو انجام می شود. بسته به قطبیت داروها، تجهیزات حامل و فعل و انفعالات مبتنی بر شارژ برای اطمینان از تحویل موثر دارو طراحی و توسعه می یابند. با مزیت سنجش همزمان چندین آنالیت و یک سیستم خود نظارتی به کمک تلفن همراه، تشخیص نقطه مراقبت روی پایه بالاتری قرار گرفته است. ترکیبی از سنجش آنالیت های متعدد و یک سیستم دارورسانی خودکار مبتنی بر باز خورد می تواند پزشکی شخصی را متحول کند. با افزایش آگاهی در مورد دیابت و گلوکوم، همراه با پیشرفت های مداوم در حسگرهای مبتنی بر لنزهای تماسی و سیستم های تحویل دارو، این فناوری پوشیدنی به عنوان پلت فرمی برای تشخیص های نقطه ای مراقبت و پزشکی شخصی در آینده نزدیک مورد استفاده قرار خواهد

¹ Readouts

² Engraved microstructure

³ Convergence

⁴ Conventional soaking

گرفت. علاوه بر این، تکامل اخیر در کاربرد لنزهای تماسی برای ایجاد محافظ در برابر تداخل الکترومغناطیسی و حفاظت از کم آبی وعده‌های بالقوه در مراقبت‌های بهداشتی را گسترش می‌دهد.

Reference:

Dennyson Savariraj A, Salih A, Alam F, Elsherif M, AlQattan B, Khan AA, Yetisen AK, Butt H. Ophthalmic sensors and drug delivery. *ACS Sensors*. 2021 May 27;6(6):2046-76.

DOI: 10.1021/acssensors.1c00370.

