پَچ پوشیدنی می‌تواند داروها را بدون درد از طریق پوست منتقل نماید

این پَچ می‌تواند با استفاده از امواج فراصوتی که مولکول‌های دارو را به داخل پوست هدایت می‌نمایند، برای درمان انواع بیماری‌های پوستی به کار رود.

پوست مسیری جذاب برای انتقال دارو است زیرا دارورسانی به نواحی مورد نیاز را میسر می‌سازد، که می‌تواند برای بهبود زخم، تسکین درد یا سایر کاربردهای پزشکی و آرایشی مفید باشد. اما لایه بیرونی پوست سخت و محکم است و از عبور بیشتر مولکول‌های کوچک جلوگیری می‌نماید که این امر دارورسانی را به این روش دشوار می‌سازد.

محققان دانشگاه MIT با هدف آسان‌تر نمودن انتقال داروها از طریق پوست، پَچی پوشیدنی ساخته‌اند که امواج فراصوتی بدون دردی روی پوست اعمال و در نتیجه کانال‌های کوچکی برای عبور داروها ایجاد می‌نماید. بنابر اظهارات محققان این رویکرد می‌تواند به ارائه درمان‌هایی برای انواع بیماری‌های پوستی یاری رساند و همچنین می‌تواند برای انتقال هورمون‌ها، شل‌کننده‌های عضلانی و سایر داروها سازگار شود.

کنان داگدویرن، دانشیار آزمایشگاه دانشگاه MIT و نویسنده ارشد این تحقیق اظهار می‌دارد: "سهولت استفاده و تکرارپذیری بالایی که توسط این سیستم ارائه می‌شود، روشی جایگزین برای بیماران و مصرف‌کنندگانی که از بیماری‌های پوستی و پیری زودرس پوست رنج می‌برند، ارائه می‌نماید. انتقال داروها به این روش می‌تواند سمیت سیستمی کمتری داشته باشد و موضعی‌تر، آسان‌تر و قابل کنترل‌تر است".

ارتقایی با استفاده از امواج صوتی

محققان این پروژه را به عنوان اکتشاف راه‌هایی جایگزین برای انتقال دارو آغاز نمودند. بیشتر داروها به روش خوراکی یا داخل وریدی منتقل می‌شوند، اما پوست راهی است که می‌تواند دارو را بسیار هدفمندتر در کاربردهای خاص انتقال دهد.

مزیت اصلی انتقال پوستی این است که دستگاه گوارش را شامل نمی‌شود. شاه اظهار می‌دارد: "در استعمال خوراکی، دوز بسیار بالاتری نیاز است تا اتلاف دارو در سیستم گوارشی جبران شود. این روش دارورسانی بسیار هدفمندتر و متمرکزتر است".

نشان داده شده است که قرار گرفتن در معرض سیستم فراصوت باعث افزایش نفوذپذیری پوست در برابر داروهایی با مولکول کوچک می‌شود، اما بیشتر تکنیک‌های موجود برای این نوع دارورسانی به تجهیزات حجیم نیاز دارند. تیم دانشگاه MIT دارورسانی از طریق پوست با پَچی سبک‌وزن و پوشیدنی با کاربردی آسان‌تر را هدف قرار داد.

دستگاه طراحی شده شامل پَچی است که در آن چندین مبدل پیزوالکتریک دیسکی شکل تعبیه شده است و در نتیجه می‌تواند جریان الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل نماید. هر دیسک در حفره‌ای پلیمری، حاوی مولکول‌های دارو حل شده در محلول مایع، جاسازی شده است. هنگامی‌که جریان الکتریکی به عناصر پیزوالکتریک اعمال می‌شود، آن‌ها امواجی فشاری در مایع و حباب‌هایی ایجاد می‌نمایند که بر روی پوست می‌ترکند. این حباب‌های در حال ترکیدن ریزجت‌های مایعی تولید می‌نمایند که می‌توانند از طریق لایه بیرونی پوست سفت و محکم، لایه شاخی روجلدی، نفوذ نمایند.

کرمی اظهار می‌دارد: این امر، دریچه را به روی استفاده از ارتعاشات برای افزایش دارورسانی می‌گشاید. چندین پارامتر وجود دارد که منجر به تولید انواع مختلف الگوهای موج می‌شود. که هر دو جنبه مکانیکی و بیولوژیکی دارورسانی را می‌توان با این مجموعه ابزار جدید بهبود بخشید.

این پَچ از PDMS[1] ساخته شده است، پلیمری بر پایه سیلیکون که می‌تواند بدون چسب به پوست بچسبد. در این مطالعه، محققان این دستگاه را با ارائه نوعی از ویتامین B به نام نیاسینامید، یکی از مواد تشکیل‌دهنده بسیاری از ضدآفتاب‌ها و مرطوب‌کننده‌ها، مورد آزمایش قرار دادند.

در آزمایش‌هایی که روی پوست خوک انجام شد، محققان نشان دادند که وقتی نیاسینامید را با استفاده از پَچ پوشیدنی فراصوت انتقال دادند، مقدار نفوذ دارو به پوست، 26 برابر بیشتر از مقداری بود که می‌توانست بدون یاری دستگاه فراصوت از پوست عبور نماید.

محققان همچنین نتایج حاصل از دستگاه جدید خود را با میکروسوزن، سوراخ نمودن پوست با سوزن‌های مینیاتوری، روشی که در برخی موارد برای دارورسانی از طریق پوست استفاده می‌شود، مقایسه نمودند. محققان دریافتند که پَچ پوشیدنی ساخته شده می‌تواند مقداری نیاسینامید را در 30 دقیقه انتقال دهد که در روش میکروسوزن برای نفوذ به 6 ساعت زمان نیاز دارد.

انتقال موضعی

[1] poly(dimethylsiloxane)

نسخه کنونی دستگاه، نفوذ چند میلیمتری داروها را میسر می‌سازد و در نتیجه این روش را به‌طور بالقوه برای داروهایی با سطح اثر موضعی در پوست مفید می‌نماید. این داروها نیاسینامید یا ویتامین C که برای درمان لکه‌های پیری یا سایر نقاط تیره روی پوست و همچنین داروهای موضعی برای بهبود سوختگی را شامل می‌شود.

با اصلاحات بیشتر برای افزایش عمق نفوذ، این تکنیک می‌تواند برای داروهایی که نیاز به رسیدن به جریان خون دارند؛ مانند کافئین، فنتانیل یا لیدوکائین نیز استفاده شود. داگدویرن همچنین پیش‌بینی می‌نماید که این پَچ پوشیدنی می‌تواند برای تحویل هورمون‌هایی مانند پروژسترون نیز مفید باشد. علاوه بر این، محققان اکنون در حال بررسی امکان کاشت دستگاه‌هایی مشابه در داخل بدن برای انتقال داروهایی برای درمان سرطان یا سایر بیماری‌ها هستند.

محققان همچنین برای بهینه‌سازی بیشتر این پَچ پوشیدنی در تلاش هستند، به این امید که به زودی آن را روی داوطلبان انسانی آزمایش نمایند. آن‌ها همچنین قصد دارند آزمایش‌های تجربی را که در این مطالعه انجام دادند، با مولکول‌های دارویی بزرگ‌تر تکرار نمایند.

شاه اظهار می‌دارد: "پس از تعیین ویژگی‌های نفوذ برای مولکول‌های دارویی بسیار بزرگ‌تر، مشخص خواهد شد که این فناوری امکان انتقال کدام یک از کاندیدها، مانند هورمون‌ها یا انسولین، را میسر می‌سازد و بنابراین جایگزینی بدون درد برای کسانی که اکنون مجبور به تزریق روزانه هستند، ارائه می‌دهد."

این تحقیق توسط بنیاد ملی علوم، 3M جایزه هیئت علمی غیر مستمر، برنامه پل ساگول وایزمن-MIT، شرکت تجهیزات تگزاس، کنسرسیوم آزمایشگاه دانشگاه MIT و بورس تحصیلی مرکز لیزا یانگ علوم زیستی تامین مالی شد.

دستیاران تحقیقاتی دانشگاه MIT چیا- چن یو و آستا شاه نویسندگان اصلی مقاله‌ای هستند که در **مواد پیشرفته** به عنوان بخشی از مجموعه مجلات**"ستارگان نوظهور** " منتشر شده است که کار برجسته محققان را در مراحل اولیه حرفه مستقل خود به نمایش می‌گذارد. از دیگر نویسندگان دانشگاه MIT می‌توان به کالین مارکوس، دستیار پژوهشی و دکتر عثمان گونی نَییم، فوق دکترا اشاره نمود. نیکتا امیری، آمیت کومار بهادیا و امین کرمی از دانشگاه بوفالو نیز نویسندگان این مقاله هستند.

چکیده این مقاله به شرح زیر است:

پَچ پوشیدنی فراصوتی سازگار برای انتقال مواد زیبایی پوستی با افزایش حفره

افزایش علاقه مصرف‌کنندگان به پوستی با ظاهری سالم نیازمند روشی ایمن و موثر برای افزایش جذب پوستی مواد آرایشی-درمانی ابتکاری است. اما نفوذ داروهایی با مولکول‌های کوچک توسط عملکرد مانع شونده ذاتی لایه طبیعی پوست محدود شده است. در تحقیق حاضر، پَچ پوشیدنی فراصوتی سازگار (cUSP[2]) که انتقال موضعی نیاسینامید[3] را با القای سونوفورز[4] با فرکانس متوسط در محیط جفت‌کننده سیال بین پَچ و پوست افزایش می‌دهد، گزارش شده است. cUSP متشکل از مبدل‌های پیزوالکتریکی است که در الاستومری[5] نرم تعبیه شده‌اند تا حفره‌های موضعی ($0/8\ cm^2$ ، عمق 1 mm) را در مناطقی بزرگتر از تماس تطبیقی ($20\ cm^2$) ایجاد نمایند. مدل‌های شبیه‌سازی مولتی فیزیکی، آنالیز طیف آکوستیک و فیلم‌برداری با سرعت بالا برای توصیف انحراف مبدل، میدان‌های فشار آکوستیک و دینامیک حباب حفره‌سازی حاصل در محیط جفت استفاده می‌شوند. سیستم نهایی، افزایش 26/2 برابری انتقال نیاسینامید را در مدل پوست خوک در شرایط آزمایشگاهی با استفاده از فراصوت 10 دقیقه‌ای نشان می‌دهد، که مناسب بودن دستگاه را برای کاربرد سونوفورز با نوردهی کوتاه و سطح بزرگ برای بیماران و مصرف‌کنندگانی که از بیماری‌های پوستی و پیری زودرس پوست رنج می‌برند نشان می‌دهد.

مترجم- ویرایش‌کننده

مریم مهاجر

منبع

https://news.mit.edu/

کلمات کلیدی

acoustic cavitation, conformable ultrasound, transdermal drug delivery

کاویتاسیون صوتی، فراصوت سازگار، دارورسانی پوستی

[2] Conformable ultrasound patch
[3] niacinamide
[4] sonophoresis
[5] Elastomer
ماده فنری و قابل ارتجاع طبیعی.م