

## دکتر مریم اسلامی

### پزشک و دکتری تخصصی ژنتیک

#### قرصی که جوهر زیستی را برای ترمیم بافت آسیب‌دیده چاپ می‌کند

محققان EPFL اولین چاپگر زیستی به اندازه قرص را که می‌توان آن را بلعید و در دستگاه گوارش هدایت کرد، به نمایش گذاشتند، جایی که مستقیماً جوهر زیستی را روی بافت‌های آسیب‌دیده قرار می‌دهد تا از ترمیم پشتیبانی کند. آسیب‌های بافت نرم دستگاه گوارش، مانند زخم‌ها یا خونریزی‌ها، در حال حاضر فقط با نوعی جراحی قابل درمان هستند که تهاجمی است و ممکن است منجر به ترمیم دائمی نشود. چاپ زیستی به عنوان یک درمان مؤثر در حال ظهور است که "جوهر" زیست‌سازگار - که اغلب از پلیمرهای طبیعی مشتق شده از جلبک دریایی ساخته شده است - را مستقیماً روی محل آسیب بافت قرار می‌دهد و داربستی برای رشد سلول‌های جدید ایجاد می‌کند. اما مانند ابزارهای جراحی سنتی، این نوع چاپگرهای زیستی معمولاً حجیم هستند و نیاز به بیهوشی دارند. در عین حال، فناوری‌های "بدون اتصال" برای انجام مداخلات پزشکی بدون اتصال فیزیکی به تجهیزات خارجی در حال توسعه هستند. به عنوان مثال، "کپسول‌های هوشمند" قابل بلع را می‌توان با استفاده از آهنرباهای خارجی به محل‌های تحویل دارو هدایت کرد. اما این دستگاه‌ها برای عبور از مایعات طراحی شده‌اند و حرکات آنها هنگام تماس با دیواره

بافت غیرقابل پیش‌بینی می‌شود. از سوی دیگر، چاپ زیستی نیاز به تماس با بافت دارد. اکنون، تیمی از آزمایشگاه فناوری‌های پیشرفته ساخت در دانشکده مهندسی EPFL، MEDS (سیستم رسوب‌گذاری مغناطیسی درون‌لوله‌ای) را ایجاد کرده‌اند: اولین چاپگر زیستی قابل بلع که می‌تواند به محل‌های بیماری هدایت شود تا بافت درون بدن را چاپ کند. این فناوری که اخیراً در مجله Advanced Science منتشر شده است، دریچه‌ای به سوی یک روش جدید مداخله پزشکی غیرتهاجمی می‌گشاید. ویوک سوبرامانیان، رئیس آزمایشگاه، می‌گوید: «با ترکیب اصول چاپگرهای زیستی درجا با مفاهیم آزادسازی دارو در کپسول‌های هوشمند، می‌توانیم کلاس جدیدی از دستگاه را تصور کنیم: یک چاپگر زیستی به اندازه قرص و قابل بلع.» MEDS مانند یک خودکار با نوک فنی طراحی شده است که جوهر آزاد می‌کند - با این تفاوت که در اینجا، دستگاه بسیار کوچکتر است و جوهر آن یک بیوژل زنده است. MEDS که تقریباً به اندازه یک قرص است، حاوی یک محفظه کوچک از جوهر زیستی و یک مکانیزم فشر-پیستون است که ماده را به بیرون هل می‌دهد. بدون هیچ قطعه الکترونیکی داخلی، آزادسازی توسط یک پرتو لیزر نزدیک به مادون قرمز خارجی که به طور ایمن به بافت‌های بدن نفوذ می‌کند، فعال می‌شود. با بیرون آمدن جوهر زیستی، کپسول با دقت توسط یک آهنربای خارجی نصب شده روی یک بازوی رباتیک هدایت می‌شود، دقیقاً مانند هدایت یک جوی‌استیک. تیم EPFL در آزمایش‌های

خود، از چاپگر زیستی خود برای ترمیم زخم‌های مصنوعی با اندازه‌های مختلف روی بافت معده شبیه‌سازی شده و حتی برای بستن یک خونریزی شبیه‌سازی شده استفاده کردند. در آزمایش‌های درون‌تنی که در یک مرکز تحقیقات حیوانی معتبر در ایالات متحده انجام شد، محققان همچنین با موفقیت از دستگاه خود برای رسوب جوهر زیستی در دستگاه گوارش خرگوش‌ها استفاده کردند. در این آزمایش‌ها، تیم با استفاده از فلوروسکوپی اشعه ایکس، حرکات کپسول را ردیابی کرد و پتانسیل این دستگاه - که می‌تواند با استفاده از هدایت مغناطیسی به صورت خوراکی بازیابی شود - را برای ترمیم کم‌تهاجمی نشان داد. محققان تأکید می‌کنند که علاوه بر محافظت از زخم‌ها در برابر شیر معده، خود جوهر زیستی می‌تواند با دارو یا سلول‌ها ترکیب شود تا ترمیم بافت را بیشتر تقویت کند. سانجی مانوهاران، دانشجوی دکترا، می‌گوید:

«در آزمایش‌های آزمایشگاهی کنترل‌شده ما، جوهر زیستی مملو از سلول ما بیش از 16 روز تمامیت ساختاری خود را حفظ کرد که نشان‌دهنده پتانسیل آن به عنوان یک «میکرو-بیوراکتور» است که می‌تواند فاکتورهای رشد را آزاد کند و سلول‌های جدیدی را برای بهبود زخم جذب کند.» او خاطرنشان می‌کند که اگرچه این یافته‌ها دلگرم‌کننده هستند، اما کاربرد آنها در داخل بدن باید در مطالعات آینده تأیید شود. «به طور کلی، نتایج ما از نقش اساسی MEDS در

کاربردهای چاپ زیستی آینده پشتیبانی می کند. در مرحله بعد، ما قصد داریم قابلیت های آن را

به رگ های خونی و بافت های دیواره شکم (صفحات) گسترش دهیم.»

[https://medicalxpress.com/news/2025-10-pill-bio-ink-tissue.html#google\\_vignette](https://medicalxpress.com/news/2025-10-pill-bio-ink-tissue.html#google_vignette)