



نخاع آسیب دیده قابل ترمیم شد!

پژوهشگران مؤسسه فناوری فدرال زوریخ (ETH Zurich) موفق به توسعه میکروروبات‌های زیستی نوینی شده‌اند که با ترکیب سلول‌های بنیادی عصبی و نانوذرات مغناطوالکتریک قادرند آسیب‌های نخاعی را ترمیم کنند.

پژوهشگران مؤسسه فناوری فدرال زوریخ (ETH Zurich) موفق به توسعه میکروروبات‌های زیستی نوینی شده‌اند که با ترکیب سلول‌های بنیادی عصبی و نانوذرات مغناطوالکتریک قادرند آسیب‌های نخاعی را ترمیم کنند.

به گزارش خبرگزاری مهر به نقل از ستاد نانو، نتایج آزمایش‌های انجام شده روی گورخرماهی و موش نشان می‌دهد این فناوری می‌تواند بازسازی اعصاب را تسریع کرده و توان حرکتی را به طور چشمگیری بهبود بخشد؛ دستاوردی که افق‌های تازه‌ای را در درمان آسیب‌های نخاعی و پزشکی بازساختی گشوده است.

آسیب‌های نخاعی از جمله شدیدترین صدماتی هستند که می‌توانند زندگی افراد را دگرگون کنند. در اغلب موارد، سلول‌های عصبی نخاع توانایی اندکی برای بازسازی طبیعی دارند و تشکیل بافت‌های اسکار در محل آسیب نیز مانع رشد دوباره رشته‌های عصبی می‌شود. به همین دلیل، درمان این آسیب‌ها همواره یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های علوم اعصاب و پزشکی بازساختی به شمار رفته است.

اکنون گروهی از پژوهشگران مؤسسه فناوری فدرال زوریخ (ETH Zurich) راهکاری نوآورانه ارائه کرده‌اند که می‌تواند چشم‌انداز درمان آسیب‌های نخاعی را متحول کند. این دستاورد که نتایج آن در نشریه معتبر Nature Materials منتشر شده، بر پایه ترکیب سلول‌های بنیادی عصبی با نانوذرات مغناطوالکتریک شکل گرفته است؛ ترکیبی که در قالب میکروروبات‌های زیستی عمل می‌کند و قادر است فرآیند ترمیم بافت عصبی را تسریع کند.

پیوند هوشمند سلول‌های بنیادی و نانوذرات

در این فناوری، پژوهشگران از سلول‌های پیش‌ساز عصبی (NPC) استفاده کرده‌اند. این سلول‌ها از سلول‌های بنیادی پرتوان القایی (iPS) به دست می‌آیند؛ سلول‌هایی که در آزمایشگاه از سلول‌های معمولی بدن بازبرنامه‌ریزی شده‌اند تا ویژگی‌های سلول‌های بنیادی را دوباره به دست آورند. این سلول‌ها توانایی تبدیل شدن به انواع مختلف سلول‌های دستگاه عصبی را دارند.

در کنار این سلول‌ها، نانوذرات ویژه‌ای به کار گرفته شده‌اند که از دو لایه تشکیل شده‌اند. لایه داخلی به میدان‌های مغناطیسی واکنش نشان می‌دهد و لایه بیرونی این واکنش را به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می‌کند. ترکیب این دو جزء، ساختار جدیدی را پدید آورده که پژوهشگران آن را «NPCbot» نامیده‌اند.

آزمایشگاهی به اندازه یک تراشه

فرآیند ساخت این میکروروبات‌ها در سامانه‌های «آزمایشگاه روی تراشه» انجام می‌شود؛ بستری بسیار کوچک با مساحتی در حدود یک سانتی‌متر مربع. در این سامانه‌ها ابتدا سلول‌های عصبی در یک مخزن میکروسکوپی به دام انداخته می‌شوند و سپس نانوذرات به آن‌ها افزوده می‌شود تا به یکدیگر متصل شوند.

نکته قابل توجه آن است که تنها پس از حدود ۳۰ دقیقه، میکروروبات‌هایی با اندازه تقریبی شش میکرومتر آماده استفاده می‌شوند. پژوهشگران برای تولید انبوه این ساختارها، چندین سامانه آزمایشگاه روی تراشه را به صورت هم‌زمان به کار گرفته‌اند. برای مطالعات سلولی به صدها هزار میکروروبات و برای آزمایش‌های حیوانی به چند میلیون نمونه نیاز است.

بازگشت توان شنا در گورخرماهی

نخستین آزمایش‌ها روی لاروهای گورخرماهی دارای آسیب نخاعی انجام شد. میکروروبات‌ها با دقت به محل آسیب تزریق شدند و سپس میدان‌های الکترومغناطیسی به کار گرفته شد تا سلول‌های بنیادی تحریک شوند.

نتایج فراتر از انتظار بود. تنها سه روز پس از درمان، گورخرماهی‌ها تقریباً توانایی طبیعی خود در شنا کردن و جست‌وجوی محیط را بازیافتند. پژوهشگران مشاهده کردند که سلول‌های بنیادی با سرعت بیشتری به سلول‌های عصبی تبدیل شده و روند ترمیم نخاع به شکل محسوس‌تری تسریع شده است.

موفقیت در موش‌های دارای قطع کامل نخاع

مرحله بعدی پژوهش روی موش‌هایی انجام شد که نخاع آن‌ها به طور کامل قطع شده بود. برخلاف گورخرماهی، نخاع موش‌ها به طور طبیعی قابلیت بازسازی مؤثر ندارد و به همین دلیل این مدل آزمایشی اهمیت ویژه‌ای داشت.

پس از ۲۸ روز، بررسی‌ها نشان داد که سلول‌های عصبی در محل آسیب دوباره با یکدیگر ارتباط برقرار کرده‌اند. همچنین موش‌های درمان‌شده به تدریج الگوهای حرکتی طبیعی‌تری از خود نشان دادند. طول گام‌ها، هماهنگی حرکتی، نحوه راه رفتن و رفتارهای اکتشافی آن‌ها به طور قابل توجهی بهبود یافت.

پژوهشگران همچنین گزارش کردند که هیچ نشانه‌ای از عوارض جانبی جدی یا واکنش‌های نامطلوب سیستم ایمنی در حیوانات مشاهده نشده است.

تحریک الکتریکی بدون نیاز به کاشت الکتروود

یکی از مهم‌ترین مزیت‌های این فناوری، حذف نیاز به کاشت الکتروودها و سیم‌های تحریک‌کننده در بدن است. در روش‌های رایج، تحریک الکتریکی سلول‌های بنیادی معمولاً به تجهیزات کاشتنی وابسته است؛ اما در فناوری جدید، نانوذرات مغناطیسی-الکتریکی سیگنال‌های مغناطیسی خارجی را مستقیماً به پالس‌های الکتریکی تبدیل می‌کنند.

به این ترتیب پزشکان تنها با اعمال میدان‌های مغناطیسی از خارج بدن می‌توانند سلول‌های بنیادی را در محل آسیب تحریک کنند. این ویژگی باعث می‌شود درمان بسیار کم‌تهاجمی‌تر و ایمن‌تر باشد؛ موضوعی که در مورد بافت حساس نخاع اهمیت ویژه‌ای دارد.

پس از آنکه سلول‌های پیش‌ساز به سلول‌های عصبی بالغ تبدیل شدند، ساختار میکروروبات‌ها به تدریج در بافت حل می‌شود. پژوهشگران معتقدند پوشش تیتانات باریوم موجود روی نانوذرات، پایداری و سازگاری زیستی مناسبی برای این سامانه فراهم می‌کند، هرچند بررسی‌های بیشتری برای تعیین سرنوشت بلندمدت این ذرات در بدن لازم است.

فراتر از درمان آسیب نخاعی

با وجود نتایج امیدوارکننده، هنوز راه درازی تا آغاز آزمایش‌های انسانی باقی مانده است. پژوهشگران باید بهترین پارامترهای میدان مغناطیسی، مدت زمان تحریک و سایر ملاحظات بالینی را برای انسان تعیین کنند.

با این حال، ظرفیت این فناوری تنها به درمان آسیب‌های نخاعی محدود نمی‌شود. به گفته محققان، پلتفرم تولید میکروروبات‌های زیستی می‌تواند در حوزه‌های دیگری همچون بیماری‌های قلبی، درمان سرطان، ترمیم زخم‌ها و سایر روش‌های پزشکی بازساختی هدفمند نیز به کار گرفته شود.

اگر این فناوری مسیر موفقیت‌آمیز خود را ادامه دهد، میکروروبات‌های زیستی می‌توانند نسل جدیدی از درمان‌های دقیق، کم‌تهاجمی و مؤثر را در پزشکی آینده رقم بزنند؛ درمان‌هایی که زمانی تنها در داستان‌های علمی-تخیلی قابل تصور بودند و اکنون در آستانه ورود به دنیای واقعی قرار دارند.