

می‌گوید: «این فرمان‌ها برای دو نوع سرطان متفاوت بودند و از ترکیب پادتن‌های متفاوت ساخته شده بودند و در هر مورد فرمان این بود که (کلید خودکشی) یاخته زده شود. این ویژگی یاخته‌ها امکان می‌دهد یاخته‌های پیر یا غیرعادی خود را نابود کنند.»

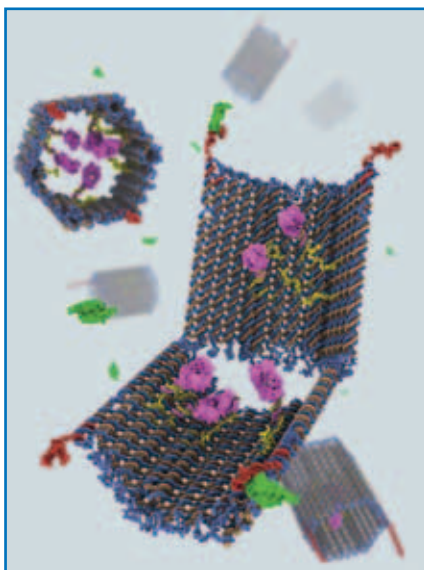
این ابزار نخستین سیستمی است که بر اساس اورینگامی دی‌ان‌ا تکه‌های پادتن‌ها را به کار می‌برد تا فرمان مولکولی را به یاخته‌ها برساند. چنین چیزی امکان می‌دهد به‌شکلی کنترل شده و قابل برنامه‌ریزی پاسخ سیستم ایمنی بدن را بازسازی کرد. جورج چرچ مدیر گروه می‌گوید: «بالاخره در موقعیتی قرار داریم که می‌توانیم از طریق ساختارهای نانومتری پیچیده اما با رفتار قابل پیش‌بینی کارکردهای حس‌گری و محاسبات منطقی را ادغام کنیم. اینها نخستین نمونه‌های هیبرید دی‌ان‌ا، پادتن، آپتامر، و خوشه‌های اتمی فلز هستند که می‌توانند ویژگی‌های یاخته‌های سرطانی را هدف قرار دهند.»

گروه پژوهشی اینک قصد دارد پیش از آزمایش‌های بالینی روی انسان ابزار خود را روی موش‌ها آزمایش کند. چرچ می‌گوید: «کاربردهای این ابزار محدود به درمان‌های هوشمند نیست و شاید در تشخیص بیماری و حتی زمینه‌های غیرپزشکی کاربرد پیدا کند.» این کار پژوهشی در مجله‌ی ساینس^۵ گزارش شده است.

DNA nanorobot delivers drugs
Bell Dume

مترجم: نادر حیدری

۱. ویراستار عضو هیئت تحریریه‌ی نانوتکوب دات ارگ.
2. Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering
3. aptamer
4. DNA origami
5. Shawn M. Douglas*, Ido Bachelet*, George M. Church, "A Logic-Gated Nanorobot for Targeted Transport of Molecular Payloads", Science 335, No. 6070 (17 February 2012) 831-834.



تصویر نانوربات بسته (سمت چپ) با پروتئینی که به‌صورت بار حمل می‌کند از روبرو: دو قفل دی‌ان‌ا-آپتامر در جلوی نانوربات آن را از سمت چپ و راست محکم می‌بندند. تصویر نانورباتی که (سمت راست) در اثر جابه‌جایی قفل‌های آپتامری باز شده است: دو حوز (آبی و نارنجی) را داربست‌های لولایی مقید نگاه می‌دارند. (تصویرها ساخته‌ی کمپیل استرانگ، شاون داگلاس، و گابل مک‌گیل با استفاده از نرم افزار Molcular Maya و CADNANO).

داگلاس توضیح می‌دهد که «وقتی نانوربات باز شود بار آن که از لحاظ زیستی فعال است می‌تواند در برهم‌کنش با یاخته‌های نزدیک قرار بگیرد. اگر قفل طوری طراحی شود که در پیوند با پادتن خاصی روی سطح یاخته باز شود این ابزار می‌تواند در آن دسته از یاخته‌هایی که آن پادتن را بیان کرده‌اند فرمان‌های تبادل سیگنال‌های یاخته‌ای را بدهد. در عین حال بار این نانوربات نمی‌تواند با یاخته‌های دیگر (که پادتن را بیان نمی‌کنند) در همان محیط برهم‌کنش داشته باشد.»

فرمان به یاخته‌های سرطانی

این پژوهشگران تا کنون ابزار خود را برای فرمان‌دهی به دو نوع یاخته‌ی سرطانی، یکی مربوط به سرطان خون (لوسمی) و دیگری مربوط به سرطان لنف (لیمفوما) به کار برده‌اند. کد فرمان‌ها در تکه‌هایی از پادتن‌ها ذخیره می‌شود. داگلاس

پژوهشگران امریکایی بر اساس دی‌ان‌ا ابزار نانورباتی جدیدی به‌بار آورده‌اند که می‌تواند «بار» خود را که مثلاً می‌تواند دارو باشد به یاخته‌های زیستی برساند. با این ابزار شاید بتوان روزی پاسخ سیستم ایمنی یاخته‌ها برنامهریزی کرد و بیماری‌های مختلف را درمان کرد. نانوربات که ساخته‌ی شاون داگلاس و همکارانش در مؤسسه‌ی ویس برای مهندسی ملهم از زیست‌شناسی^۲ در دانشگاه هاروارد است، به‌شکل بشکه‌ی «لولادار» است که باز و بسته می‌شود. ابعاد این ابزار ۳۵×۳۵×۴۵ نانومتر است و می‌تواند بارهای مختلف مانند نانوذرات فلزی را درون خود نگه دارد. نانوربات را دو «قفل» بسته نگه می‌دارند که به‌صورت آپتامر^۳ کدبندی شده‌اند. آپتامر مولکول‌های مصنوعی دریافت‌گر نوکلئیک‌اسید هستند که با مولکول‌های خاص مثلاً برخی پادتن‌ها پیوند می‌سازند. هنگامی که این آپتامرها با «کلید»های متشکل از ترکیب صحیح پادتن‌ها در برهم‌کنش قرار بگیرند باز می‌شوند و نانوربات مانند صدف باز می‌شود.

قفل‌های منطقی

می‌توان با کاربرد همان توالی آپتامرها در هر دو قفل، نانوربات را طوری برنامه‌ریزی کرد که تنها در مواجهه با یک نوع کلید باز شود. امکان دیگر این است که توالی‌های متفاوت آپتامر را در دو قفل کدگذاری کرد تا قفل‌ها دو نوع کلید را تشخیص دهند. در این صورت لازم است هر دو قفل هم‌زمان باز شوند تا ابزار فعال شود. سازوکار قفل‌ها مانند دریچه‌ی منطقی‌ست: پادتن‌های سطح یاخته یا با قفل‌ها پیوند برقرار می‌کنند (صفر منطقی) یا پیوند برقرار نمی‌کنند (یک منطقی).

خود بشکه با «اورینگامی دی‌ان‌ا»^۴ ساخته می‌شود؛ روشی که در آن با تا کردن رشته‌های دی‌ان‌ا شی‌ء‌ها و اشکال سه‌بعدی ساخته می‌شود. با این روش تا کنون جعبه‌های نانومتری ساخته شده است که می‌توانند حامل بار باشند و درهاشان می‌توانند قفل شوند و باز شوند.