

انجمن سلول های بنیادی و پزشکی بازساختی دانشگاه الزهرا

نشریه علمی دانشجویی

# به توان سلول

شماره هشتم - شهریور ماه ۱۴۰۱

## آنچه در این شماره می خوانید:

آیا این بار با کمک آنتی بادی های مونوکلونال، سرطان شکست خواهد خورد؟  
مدل سازی جنین انسان با سلول های بنیادی  
مبارزه با سرطان به کمک باکتری های فعال شده با امواج فراصوت  
فاز درمانی، روشی موثر در درمان عفونت باکتریایی  
آینده ای درخشان در انتظار تحقیقات سلول های بنیادی  
زیست نگار

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

**فصلنامه علمی- دانشجویی زیست شناسی دانشگاه الزهراء (س) تهران**  
**سال دوم، شماره هشتم، تابستان ۱۴۰۱**

**صاحب امتیاز:** انجمن سلول های بنیادی و پزشکی بازساختی دانشگاه الزهراء (س)

**مدیر مسئول:** شایسته مقدمراد

**سرمدیر:** شایسته مقدمراد

**هیئت تحریریه این شماره:** آناهیتا حسینی، نیکا غلامرضائی، الهام ریاضی،

شیدا بیرانوند، مریم هادی پور، تارا شاهمرادی، شایسته مقدمراد

**ویراستار:** شایسته مقدمراد

**استاد مشاور:** دکتر نسیم قربانمهر

**صفحه آرا، گرافیکست و طراح جلد:** پوریا حسین آبادی

**آدرس:** تهران، ونک، ده ونک، دانشگاه الزهراء (س)

ساختمان معاونت فرهنگی و اجتماعی دانشگاه الزهراء

**رایانامه:** btavancell2020@gmail.com

**بهاء:** رایگان



# سخن سردبیر

بسیار خوشحالیم که با هشتمین شماره از نشریه «به توان سلول» همراه شما هستیم. دوسال از تولد نشریه می‌گذرد و در این مدت، تلاش کردیم که از آخرین دستاوردهای دنیای زیست‌شناسی به‌ویژه سلول‌های بنیادی، سخن گفته و اهمیت استفاده از این سلول‌های شگفت‌انگیز را در برخی حوزه‌ها بیان کنیم. بی‌تردید، آینده‌ی علم پزشکی متعلق به پزشکی بازساختی و پزشکی فردمحور است که در هر دو، سلول‌های بنیادی نقش پررنگی ایفا می‌کنند.

باعث افتخار بنده بود که در طول یک سال گذشته، مسئولیت سردبیری نشریه را به عهده داشته و این فرصت فراهم شد تا بتوانم در کنار تک‌تک شما بیاموزم و از این دانش زیبا لذت ببرم. امیدوارم این فصلنامه با قدرت هرچه بیشتر به حیات خود ادامه دهد. از تمامی دوستانی که همراه ما بودند، سپاسگزارم. در پایان، وظیفه‌ی خود دانسته که از زحمات دکتر قربانمهر گرامی تشکر کنم که همواره در این مسیر، صبورانه ما را راهنمایی کرده و از هیچ تلاشی برای موفقیت این نشریه، دریغ نکرده‌اند.

شماره‌ی هشتم «به توان سلول»، تقدیم به نگاه ارزشمند شما.

با آرزوی بهترین‌ها

شایسته مقدم راد

شهریور ۱۴۰۱





# فهرست مطالب

سخن سردبیر نشریه ..... ۳

آیا این بار با کمک آنتی‌بادی‌های مونوکلونال، سرطان شکست خواهد خورد؟ ..... ۵

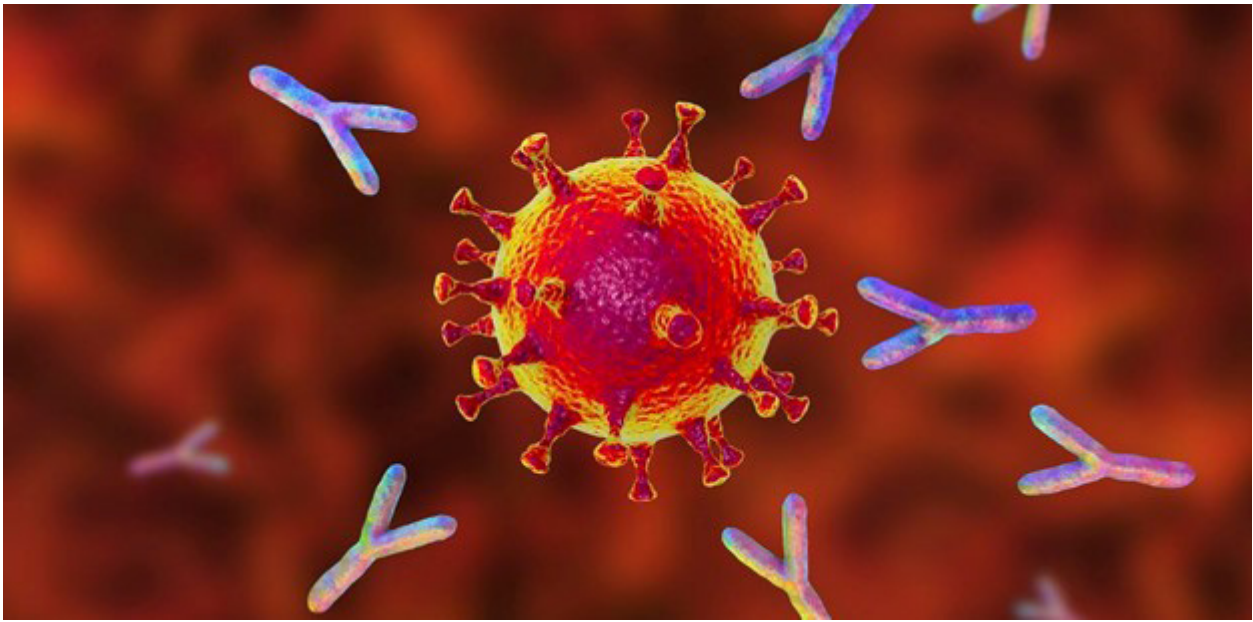
مدل‌سازی جنین انسان با سلول‌های بنیادی ..... ۸

مبارزه با سرطان به کمک باکتری‌های فعال شده با امواج فراصوت ..... ۱۲

فاژ درمانی، روشی موثر در درمان عفونت باکتریایی ..... ۱۵

آینده‌ای درخشان در انتظار تحقیقات سلول‌های بنیادی ..... ۱۷

زیست نگار ..... ۱۹



## آیا این بار با کمک آنتی‌بادی‌های مونوکلونال، سرطان شکست خواهد خورد؟

الهام ریاضی  
دانشجوی کارشناسی بیوتکنولوژی دانشگاه الزهرا تهران

ممکن است خود را بپوشانند تا بتوانند پنهان شوند یا ممکن است سیگنال‌هایی را منتشر کنند که مانع از عملکرد صحیح سلول‌های سیستم ایمنی شود.

### آنتی‌بادی مونوکلونال چیست؟

آنتی‌بادی‌های مونوکلونال (monoclonal antibodies) مولکول‌های تولید شده در آزمایشگاه هستند که جایگزین آنتی‌بادی‌های بدن شده و به گونه‌ای مهندسی شده‌اند که بتوانند باعث بازیابی، تقویت و یا اصلاح حمله سیستم ایمنی شوند.

از زمانی که اولین داروی آنتی‌بادی مونوکلونال برای انسان در سال ۱۹۸۶ تایید شد، تعداد تاییدیه‌های سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA) در مورد درمان‌های آنتی‌بادی مونوکلونال در حال افزایش است. آنتی‌بادی‌های مونوکلونال تاکنون برای درمان مشکلاتی مثل سرطان، رد پیوند عضو، اختلالات التهابی و خود ایمنی، از جمله آلرژی، عفونت‌ها، COVID-19، پوکی استخوان، بیماری‌های چشم، میگرن، کلسترول بالا و

### سیستم ایمنی بدن چگونه با سرطان مبارزه می‌کند؟

سیستم ایمنی از عملگره‌هایی تشکیل شده است که عوامل ایجادکننده بیماری مانند باکتری‌ها و ویروس‌ها را شناسایی کرده و از بین می‌برد. این سیستم ممکن است با عملکرد مشابهی، سلول‌های آسیب‌دیده، مانند سلول‌های سرطانی را نیز از بین ببرد.

آنتی‌بادی‌ها، یکی از مهم‌ترین ابزارهای سیستم ایمنی برای پیدا کردن مهاجمان و از بین بردن آن‌ها هستند. یک آنتی‌بادی، خود را به یک مولکول خاص (که به آن آنتی ژن گفته می‌شود) از سطح سلول هدف، مانند یک سلول سرطانی می‌چسباند. هنگامی که یک آنتی‌بادی به سلول متصل می‌شود، به عنوان پرچمی برای جذب مولکول‌های مبارزه‌کننده با بیماری، یا به عنوان محرکی عمل می‌کند که باعث تخریب سلول توسط سایر فرآیندهای سیستم ایمنی می‌شود.

سلول‌های سرطانی اغلب قادر به جلوگیری از تشخیص توسط سیستم ایمنی هستند. سلول‌های سرطانی

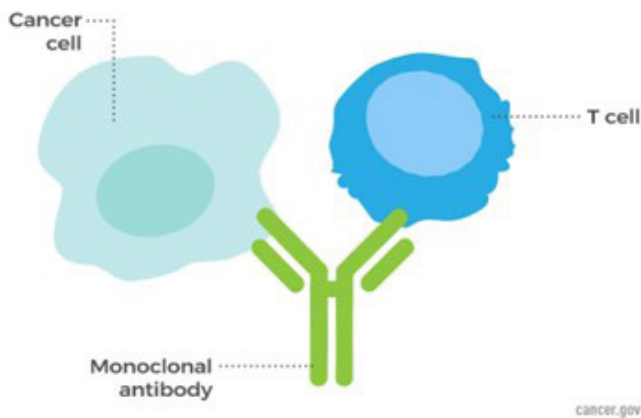
اختلالات سیستم عصبی استفاده شده‌اند.

تخریبی آن شوند.

• انجام پرتودرمانی و شیمی‌درمانی به دلیل توانایی اتصال آنتی‌بادی مونوکلونال به سلول سرطانی: آنتی‌بادی‌ها را می‌توان به عنوان وسیله انتقال برای درمان‌های دیگر مهندسی کرد. هنگامی که یک آنتی‌بادی مونوکلونال با یک ذره کوچک رادیواکتیو ترکیب می‌شود، پرتو را مستقیماً به سلول‌های سرطانی منتقل می‌کند و ممکن است تأثیر تابش بر سلول‌های سالم را به حداقل برساند.

به طور مشابه، برخی از آنتی‌بادی‌های مونوکلونال با یک داروی شیمی‌درمانی ترکیب می‌شوند تا درمان را مستقیماً روی سلول‌های سرطانی انجام دهند و از درگیر شدن با سلول‌های سالم اجتناب کنند.

• اتصال سلول‌های سرطانی و سلول‌های ایمنی: برخی از داروها دو آنتی‌بادی مونوکلونال را با یکدیگر ترکیب می‌کنند؛ یکی به سلول سرطانی و دیگری به یک سلول خاص سیستم ایمنی متصل می‌شود. این ارتباط ممکن است حملات سیستم ایمنی را به سلول‌های سرطانی افزایش دهد.



شکل ۱: اتصال سلول‌های ایمنی T به سلول‌های سرطانی توسط آنتی‌بادی‌های مونوکلونال

<https://www.cancer.gov/about-cancer/treatment/types/immunotherapy/monoclonal-antibodies>

## استفاده از داروهای آنتی‌بادی مونوکلونال در درمان سرطان

آنتی‌بادی‌های مونوکلونال از طریق ورید (داخل وریدی) تجویز می‌شوند. این که بیمار چند بار تحت درمان آنتی‌بادی مونوکلونال قرار گیرد، به سرطان و دارویی که دریافت می‌کند بستگی دارد. برخی از داروهای

## نحوه عملکرد آنتی‌بادی مونوکلونال در درمان سرطان

آنتی‌بادی‌های مونوکلونال به روش‌های مختلف طراحی شده‌اند به طوری که یک داروی خاص ممکن است به بیش از یک شیوه عمل کند. برای مثال:

• نشانه‌گذاری سلول‌های سرطانی: برخی از سلول‌های سیستم ایمنی برای تعیین محل هدف حمله، به آنتی‌بادی‌ها وابسته هستند. سلول‌های سرطانی که توسط آنتی‌بادی‌های مونوکلونال پوشیده شده‌اند، ممکن است راحت‌تر شناسایی شده و برای تخریب، مورد هدف قرار گیرند.

• تحریک تخریب غشای سلولی: برخی از آنتی‌بادی‌های مونوکلونال می‌توانند پاسخ سیستم ایمنی را تحریک کنند که این می‌تواند باعث از بین رفتن لایه‌ی خارجی (غشاء) سلول سرطانی شود. • محدود کردن رشد سلولی: برخی از آنتی‌بادی‌ها، ارتباط بین یک سلول سرطانی و پروتئین‌هایی که باعث رشد سلولی می‌شوند را مسدود می‌کنند؛ همان ارتباطی که برای رشد و بقای سرطان ضروری است.

• جلوگیری از رشد رگ‌های خونی: برای اینکه یک تومور سرطانی رشد کند و زنده بماند، نیاز به خون دارد. برخی از داروهای آنتی‌بادی مونوکلونال، برهمکنش‌های بین پروتئین و سلول را که برای ایجاد رگ‌های خونی جدید لازم است، مسدود می‌کنند.

• غیرفعال کردن مهار کننده‌های سیستم ایمنی: بدن انسان با ساخت پروتئین‌هایی که فعالیت سلول‌های سیستم ایمنی را کنترل می‌کنند، این سیستم را از فعالیت بیش از حد محافظت می‌کند. آنتی‌بادی‌های مونوکلونال می‌توانند در این فرآیند مداخله کرده و باعث شوند که سلول‌های سیستم ایمنی بدون کنترل، در برابر سلول‌های سرطانی کار کنند.

• حمله مستقیم به سلول‌های سرطانی: برخی از آنتی‌بادی‌های مونوکلونال ممکن است به طور مستقیم به سلول حمله کنند. هنگامی که برخی از این آنتی‌بادی‌ها به یک سلول می‌چسبند، مجموعه‌ای از رویدادها در داخل سلول ممکن است باعث خود

آنتی‌بادی مونوکلونال ممکن است در ترکیب با سایر درمان‌ها مانند شیمی‌درمانی یا هورمون‌درمانی استفاده شوند.

برخی از داروهای آنتی‌بادی مونوکلونال بخشی از برنامه‌های درمانی استاندارد برای سرطان هستند. از طرفی برخی دیگر از داروها، فقط زمانی استفاده می‌شوند که سایر درمان‌ها موفقیت‌آمیز نبوده باشند.

### عوارض جانبی داروهای آنتی‌بادی مونوکلونال

درمان آنتی‌بادی مونوکلونال برای سرطان می‌تواند عوارض جانبی ایجاد کند که برخی از آن‌ها اگرچه نادر هستند، اما می‌توانند بسیار جدی باشند. به طور کلی، عوارض جانبی شایع‌تر آن‌ها عبارتند از:

- \* واکنش‌های آلرژیک، مانند کهیر یا خارش
- \* علائم و نشانه‌های آنفولانزا، از جمله لرز، خستگی، تب، و درد و درد عضلانی
- \* حالت تهوع، استفراغ، اسهال
- \* بثورات پوستی
- \* فشار خون پایین

خطرات جدی‌تر مرتبط با واکنش‌های ناخواسته سیستم ایمنی شامل آنافیلاکسی حاد، سندرم آزادسازی سیتوکین (CRS) و بیماری سرم می‌شود که کمتر رایج هستند. برخی از خطرات مربوط به درمان با آنتی‌بادی مونوکلونال به نوع بیماری خاص مربوط می‌شود. به عنوان مثال، سندرم لیز تومور وضعیتی است که معمولاً در اثر درمان سرطان ایجاد می‌شود که می‌تواند منجر به نارسایی کلیه شود.

به طور کلی می‌توان گفت که امروزه، روش‌های پیشگیری و درمان بیماری‌ها، از سرطان و بیماری‌های سیستم ایمنی گرفته تا عفونت‌های ویروسی دوران کودکی، توسط داروهای آنتی‌بادی‌های مونوکلونال تغییر یافته‌اند. همانطور که ذکر شد، این نوع داروها، مانند اکثر داروهای دیگر، جزو ترکیبات شیمیایی نیستند و بر پایه آنتی‌بادی‌های طبیعی در آزمایشگاه ساخته شده و در کارخانه‌ها به تولید انبوه می‌رسند. محققان و پژوهشگران در تلاش‌اند تا بتوانند به کمک آنتی‌بادی‌های مونوکلونال، روش‌های درمانی موثرتری برای درمان برخی بیماری‌های لاعلاج و سخت ارائه دهند.

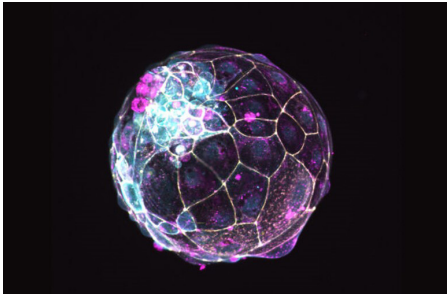
منابع:





## مدل سازی جنین انسان با سلول های بنیادی

آناهیتا حسینی  
دانشجوی کارشناسی بیوتکنولوژی دانشگاه الزهرا تهران



شکل ۱: دانشمندان در اتریش برای مطالعه مراحل اولیه رشد جنین، از سلول های بنیادی جهت ایجاد ساختارهای بلاستوسیست مانند انسان استفاده کردند.

<https://www.statnews.com/۰۲/۱۲/۲۰۲۱/lab-grown-human-embryos-prompt-question-are-they-getting-too-real>

### جنین مصنوعی چیست؟

اصطلاح «جنین مصنوعی»<sup>۳</sup> برای توصیف مدل های مختلف جنین مبتنی بر سلول های بنیادی به کار می رود. با این حال، هیچ چیز ساختگی ای در مورد تجمع سلول های بنیادی زنده ای که مدل ها را می سازند، وجود ندارد. این جنین ها مصنوعی نیستند؛ زیرا در حال حاضر، هیچ کلید ژنتیکی یا مسیر مصنوعی جدیدی در سلول های آغازین برنامه ریزی نشده است.

دکتر Jianping Fu، مهندس زیستی در دانشگاه میشیگان، در سال ۲۰۱۷ برخی از اولین مدل های جنین انسان را در آزمایشگاه خود ایجاد کرد. او گزارش داد که اولین ساختارهای جنین مانند خود را با استفاده از کلنی های سلول های بنیادی پرتوان (PSCs: human Pluripotent Stem Cells) ساخته است. برخی از این کلنی ها از جنین ها گرفته شدند و برخی دیگر با برنامه ریزی مجدد سلول های بنیادی پرتوان القایی (iPSCs: induced Pluripotent Stem Cells) بافت پوست ایجاد شدند. این تیم توانست با استفاده از ترکیب مناسب سیگنال های بیوشیمیایی در زمان مناسب، کلنی های PSCs را تحریک کند تا اولین مرحله تبدیل سلول های عمدتاً همگن جنین اولیه را به انواع بافت ها تقلید کنند. در واقع،

مطالعه ای رشد اولیه جنین انسان، برای پیشرفت پزشکی تولیدمثلی و بازساختی ضروری است. جنین انسان به طور طبیعی در بدن مادر رشد می کند و این مسئله، مطالعه جنین را در مراحل ابتدایی رشد و نمو، دشوار می سازد. اگرچه روش های کشت آزمایشگاهی اخیر مانند لقاح آزمایشگاهی (IVF: In Vitro Fertilization)، توانایی های ما را برای مطالعه ویژگی های رشد جنین انسان افزایش داده اند، جنین های انسانی خارج رحمی اهدایی برای تحقیقات نادر هستند. همچنین مطالعات جنین شناسی سنتی انسان، بر نمونه های بافت جنینی تکیه می کنند که استفاده از آن ها مشمول محدودیت های اخلاقی و قانونی قابل توجهی است.

در چند سال اخیر، چندین گروه موفق شده اند رویدادهای جنین زایی انسان را با استفاده از سلول های بنیادی پرتوان انسانی (hPSCs: human Pluripotent Stem Cells) در شرایط آزمایشگاهی بازسازی کنند. مدل های جنینی مبتنی بر سلول های بنیادی، لحظات حساس رشد انسان را آشکار می سازند و جایگزینی انعطاف پذیرتر و اخلاقی تر برای مطالعه رویان های انسانی ارائه می کنند. در دسترس بودن سلول های بنیادی انسانی با پتانسیل های رشد قابل مقایسه با سلول های جنینی و خارج جنینی انسان قبل و نزدیک به لانه گزینی<sup>۱</sup>، در کنار محیط های کشت مهندسی شده مناسب، برای اولین بار به محققان امکان داده تا ساختارهای چندسلولی خودسازماندهی را در شرایط آزمایشگاهی تولید کنند. مدل های جنین انسانی مبتنی بر سلول های بنیادی، مبنای زمینه نوظهور جنین شناسی مصنوعی<sup>۲</sup> انسان را تشکیل می دهند که در آن جنبه های مختلف رشد جنین انسان در شرایط آزمایشگاهی، به شیوه ای کنترل شده، بازآفرینی و مطالعه می شوند.

۱. Implantation

۲. Synthetic Embryos

۳. Synthetic Embryology



جدید، ابتدایی‌ترین مرحله نمو انسان هستند که در آزمایشگاه مدل‌سازی می‌شوند.

توانایی تشکیل جنین‌های مصنوعی از سلول‌های کشت‌شده، تا قبل از پیشرفت‌های اخیر که توسعه سیستم‌های جنین مصنوعی (SEs: Synthetic Embryo Systems) را در شرایط آزمایشگاهی امکان‌پذیر کرد، مبهم بود. پیشرفت‌های اخیر در مدل‌های جنینی برگرفته از hPSCها، امکان بررسی رشد انسان را در مراحل اولیه پس از لانه‌گزینی فراهم کرده‌است. این مدل‌ها، ساختارهای بلاستوسیستمانندی هستند که بلاستوتئید<sup>۴</sup> یا کیست‌های شبه‌بلاستوسیست<sup>۵</sup> نامیده می‌شوند. بلاستوتئیدهای انسانی از نظر ریخت‌شناسی، اندازه، تعداد سلول، ترکیب و تخصیص رده‌های مختلف سلولی، شبیه بلاستوسیست‌های انسانی هستند. بلاستوتئیدهای انسانی مستعد هستند که به سلول‌های بنیادی جنینی و خارج‌جنینی مشتق شوند و می‌توانند در شرایط آزمایشگاهی به ساختارهای جنین‌مانند نزدیک به لانه‌گزینی تبدیل شوند.

### جنین انسان چگونه مدل‌سازی می‌شود؟

هنگامی که سلول‌های EPI در شرایط آزمایشگاهی کشت می‌شوند، سلول‌های بنیادی جنینی انسان (hES cells: human Embryonic Stem cells) را ایجاد می‌کنند. این سلول‌ها می‌توانند برای تولید ساختارهای جنین‌مانند، خودسازماندهی شوند. سلول‌های بالغ را نیز می‌توان با برنامه‌ریزی مجدد به سلول‌های بنیادی پرتوان القایی انسانی (hiPSCs: human induced Pluripotent Stem Cells) تمایز داد. این سلول‌های پرتوان سپس می‌توانند به همه انواع سلول‌های بدن تمایز یابند و برای توسعه مدل‌های آزمایشگاهی به کار روند. همچنین، hPSCها را می‌توان به یک حالت مولکولی موسوم به پرتوانی توسعه‌یافته (EP: expanded pluripotency)، برنامه‌ریزی کرد که در آن پتانسیل رشد و تمایز به هر دو رده سلولی جنینی و خارج‌جنینی وجود دارد.

چندین نوع SES وجود دارد. برخی SESها بر مدل‌سازی بلاستوسیست و سه لایه آن، یعنی تروفاکتودرم، اندودرم اولیه و اپی‌بلاست پرتوان قبل

آن‌ها سلول‌های بنیادی را با مواد شیمیایی خاصی که به فاکتورهای رشد معروف هستند، تیمار کردند تا به شکل بلاستوسیست، مجموعه‌ای از سلول‌های تقسیم‌شونده در یکی از مراحل ابتدایی رشد جنین، درآیند.

### نیاز به مدل‌های جنین انسانی

زندگی انسان با ادغام اسپرم و تخمک برای تشکیل زیگوت یا سلول تخم آغاز می‌شود. زیگوت، این سلول منحصربه‌فرد تمام‌توان، با تقسیم‌های متوالی و بدون هیچ افزایشی در اندازه، چهار روز پس از لقاح، مورولا را ایجاد می‌کند. تقسیم‌های بعدی و تمایز سلولی منجر به ایجاد ساختاری توخالی به نام بلاستوسیست در روز پنجم بعد از لقاح می‌شود. هنگامی که رویان در دیواره رحم لانه‌گزینی می‌کند، سلول‌های رده اپی‌بلاست (EPI: Epiblast lineage) در بلاستوسیست به جنین تبدیل می‌شوند، در حالی که سلول‌های تروفاکتودرم (TE: Trophectoderm) و اندودرم اولیه (PE: Primitive Endoderm) در نهایت، جفت و کیسه آمنیوتیک را ایجاد می‌کنند؛ بنابراین، بلاستوسیست‌های انسانی از سه رده اول سلول‌های جنینی تشکیل شده‌اند: تروفاکتودرم، اپی‌بلاست و اندودرم اولیه که همگی برای رشد اولیه و اندام‌زایی ضروری هستند. اما نگرانی‌های اخلاقی و دسترسی محدود به بلاستوسیست‌های انسانی، درک ما را از جنین‌زایی اولیه انسان محدود می‌کنند؛ بنابراین، ما به مدل قابل‌اطمینانی نیاز داریم که مراحل اولیه جنین‌زایی انسان را خلاصه کند.

در دهه‌های اخیر، اطلاعات زیادی از مدل‌های حیوانی جنین‌شناسی پستانداران به‌دست آمده‌است؛ زیرا این مدل‌ها مشمول ملاحظات اخلاقی جنین‌های انسانی نیستند. محققان قبلاً بلاستوسیست‌ها را در آزمایشگاه از سلول‌های بنیادی موش رشد داده‌اند. اما موش‌ها مسیرهای رشد متفاوتی نسبت به انسان دارند؛ بنابراین ساختارهای به‌دست‌آمده، مدل کاملی برای رشد انسان نبودند. همچنین از سلول‌های بنیادی جنینی (ES cells: Embryonic Stem cells) انسان، در حدود ۱۸ تا ۲۰ روز پس از کاشت بلاستوسیست، برای بررسی مراحل بعدی رشد و نمو جنین استفاده کردند. اما آزمایش‌های

۴. blastoid

۵. blastocyst-like cysts

این مدل‌ها رشد متوالی جنین را که با زیگوت آغاز می‌شود، نشان نمی‌دهند؛ اما مراحل مجزای رشد را تقلید می‌کنند.

انجمن بین‌المللی تحقیقات سلول‌های بنیادی (ISSCR: International Society for Stem Cell Research) در گزارشی که در فوریه ۲۰۲۰ منتشر شد، بیان کرد که چنین مدل‌هایی مزایای بالقوه زیادی برای درک رشد اولیه انسان، علوم زیست‌پزشکی و کاهش استفاده از حیوانات و جنین‌های انسانی طبیعی در تحقیقات خواهند داشت. بلاستوتئیدهای انسانی یک جایگزین آسان، مقیاس‌پذیر و همه‌کاره برای بلاستوتئیسیت‌ها هستند که مطالعه رشد اولیه انسان و کسب بینش در مورد نقص‌های اولیه رشد را فراهم می‌کنند. از تعداد زیادی بلاستوتئید می‌توان برای کشف دارو و غربالگری استفاده کرد. همچنین، می‌توان دستورالعمل‌های بهتری را برای محیط‌کشتی که درمانگاه‌های IVF برای کشت جنین‌ها پیش از لانه‌گزینی استفاده می‌کنند، کشف کرد. محققان مشاهده کرده‌اند که سلول‌های بنیادی در ظرف آزمایشگاهی، خودبه‌خود به عضله قلب تبدیل می‌شوند و شروع به تپیدن می‌کنند. همچنین، لکه‌هایی در مغز وجود دارند که امواج الکتریکی از خود ساطع می‌کنند و روده‌های کوچکی نیز وجود دارند که می‌توانند برای آزمایش اثربخشی داروها استفاده شوند.

### جنین‌های مصنوعی، قوانین و محدودیت‌ها

در حالی که علم جنین‌شناسی مصنوعی روزبه‌روز پیچیده‌تر می‌شود، مدل‌ها نیز مفیدتر می‌شوند. اما هر پیشرفت، دور تازه‌ای از پرسش‌های اخلاقی را درباره تفاوت‌ها و مرز بین جنین و مدل‌های جنینی برمی‌انگیزد. اگر مدلی بتواند مانند یک جنین تقسیم و سازماندهی شود و رشد کند، آیا مهم است که چگونه ساخته شده باشد؟ آیا جنین برگرفته از سلول‌های بنیادی باید همان حقوق قانونی و اخلاقی جنینی را داشته باشد که از برخورد اسپرم با تخمک تولید شده است؟

قوانین حدود دوازده کشور و همچنین دستورالعمل‌های صادرشده توسط ISSCR، رشد مدل‌های جنین در

از کاشت، تمرکز می‌کنند. برخی دیگر از SESها، از تجمعات سلول‌های بنیادی جنینی (ESC: Embryonic Stem Cells) و سلول‌های بنیادی تروفوبلاست (TSCs: Trophoblast Stem Cells) برای مدل‌سازی جنین قبل و بعد از لانه‌گزینی در شرایط آزمایشگاهی استفاده می‌کنند. سایر SESها شامل برنامه‌ریزی مجدد سلولی یا حالت‌های انعطاف‌پذیری سلولی منحصربه‌فردی هستند که باعث ایجاد کیست‌های شبه‌بلاستوتئیسیت از کشت‌های منفرد می‌شوند.

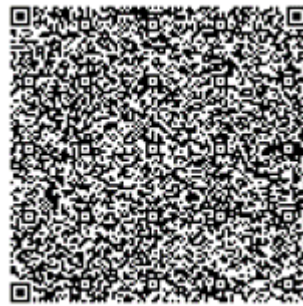
بلاستوتئیدها مشابه بلاستوتئیسیت‌های واقعی رفتار می‌کنند. آن‌ها به‌صورت کره‌های توخالی، شکل می‌گیرند و شامل سه نوع سلول متمایز هستند که در نهایت، مانند بلاستوتئیسیت‌ها بخش‌های مختلف بدن را تشکیل می‌دهند. به‌علاوه، این کره‌ها می‌توانند داخل یک صفحه پلاستیکی قرار بگیرند که نقش دیواره رحم انسان را ایفا می‌کند. اما با وجود همه این شباهت‌ها، هیچ یک از مدل‌ها به‌طور کامل، جنین انسان را بازسازی نمی‌کنند.

### از مدل‌های جنینی چه استفاده‌هایی می‌شود؟

توسعه این مدل‌های جنینی، سیستمی برای اندازه‌گیری‌های کمی و اختلالات رشد چندسلولی ارائه می‌کند که برای پیشرفت حوزه‌های جنین‌شناسی انسان و پزشکی تولیدمثلی و بازساختی، بدون استفاده از جنین‌های سالم انسان ضروری است. آزمایش روی این مدل‌ها می‌تواند به درک بهتر مکانیسم‌های رشد منجر شود و فرصت‌هایی را برای مطالعات ژنومی عملکردی مکانیسم‌های بیماری‌زا، شناسایی اهداف درمانی و مدل‌سازی پیش‌بالینی درمان‌های پیشرفته برای پزشکی دقیق<sup>۶</sup> فراهم کند. تلاش برای ساختن موجودات جنین‌مانند از PSCها برای آزمایش در شرایط آزمایشگاهی، با در دسترس بودن سایر سلول‌های بنیادی برگرفته از جنین با پتانسیل نسل محدودتر، مانند سلول‌های بنیادی تروفوبلاست و سلول‌های اندودرم خارج‌جنینی (XEN: eXtraembryonic ENdoderm)، تسهیل شده است. PSCها به‌تنهایی یا در ترکیب با این سلول‌ها، می‌توانند مدل‌هایی را برای خلاصه‌سازی رویدادهای تکوینی اساسی ایجاد کنند.

آزمایشگاه را تا ۱۴ روز پس از لقاح محدود می‌کنند. در این زمان، لانه‌گزینی کامل شده‌است، و آنچه به‌عنوان یک شیار اولیه - که محور سر به دم را ایجاد می‌کند - شناخته می‌شود، در جنین پدیدار می‌گردد و زمانی را نشان می‌دهد که در آن سلول‌های درونی متمایزتر و پیچیده‌تر می‌شوند. با این حال، بسیاری از دانشمندان انتظار ندارند که هیچ‌یک از بلاستوئیدها توانایی تبدیل شدن به یک جنین کامل را داشته باشد؛ حتی اگر فرصت کافی به آن داده شود. بر اساس شواهد به‌دست‌آمده از مدل‌های مشابه موش، این توده‌های سلولی به احتمال زیاد نمی‌توانند از مرحله بلاستوسیست فراتر بروند. بلاستوئیدهای موش وقتی که در رحم موش کاشته می‌شوند، به‌درستی به انواع دیگر سلول‌ها تمایز نمی‌یابند که گمان می‌رود به‌دلیل تفاوت آن‌ها با بلاستوسیست‌های واقعی در بیان ژن‌ها است.

منابع:





## مبارزه با سرطان به کمک باکتری‌های فعال شده با امواج فراصوت

نیکا غلامرضائی

دانشجوی کارشناسی زیست‌شناسی سلولی مولکولی دانشگاه شهید بهشتی

به نفع خود برگرداند!

پژوهشگران به منظور فعال‌سازی باکتری‌ها، افزایش دما را به عنوان عامل تحریک‌کننده انتخاب کرده‌اند زیرا امواج متمرکز شده فراصوت (FUS)\* در مقایسه با سایر عوامل تحریک‌کننده، نظیر نور-که دارای قدرت نفوذ کم است- و یا تحریک به کمک پرتوهای یونیزه‌کننده- که ریسک آسیب به سلول‌های ایمنی و یا خود باکتری‌های مهندسی شده را به همراه دارد- برتر است. روش‌های غیر تهاجمی از این دست، این قابلیت را دارند که به نواحی عمیق بافتی نفوذ کرده و دما را به دقت بالا ببرند.

جهت مهندسی باکتری‌هایی که پس از قرارگیری در معرض تحریک حرارتی مختصر، داروهای ضد سرطان آزاد کنند، گونه E. coli Nissle 1917 استفاده شد و محققین به منظور رسیدن به هدف مد نظر، یک مدار ژنی طراحی کردند که با بیان مهارکننده چک‌پوینت‌های ایمنی، رشد تومور را سرکوب کند. باکتری‌ها برای تبدیل به سلاحی مفید جهت درمان سرطان، به نوعی مهندسی شده‌اند که حاوی دو مجموعه جدید ژنی باشند. یک مجموعه از ژن‌ها برای کد کردن پروتئین‌های ضدسرطان به نام نانوبادی است و مجموعه‌ی دیگر به عنوان یک سویچ حرارتی برای روشن کردن ژن‌های نانوبادی در یک دمای مشخص استفاده می‌شود.

برای ساخت این سویچ زیستی حساس به دما، ژن TeI42 به کار گرفته شد. آزمایش‌های متعدد نشانگر آن است که این ژن مبدل حرارتی مناسبی برای کنترل بیان ژن‌ها در سویه EcN می‌باشد. با این وجود، سویچ TeI42 به تنهایی برای درمان میکروبی سرطان کارآمد نیست زیرا تنها هنگام تحریک حرارتی فعال است. این در حالی است که پروسه تومورتراپی به هفته‌ها زمان برای سرکوب کامل تومور نیاز دارد و از آن جایی که اعمال روزانه FUS در یک بازه‌ی زمانی طولانی چندان

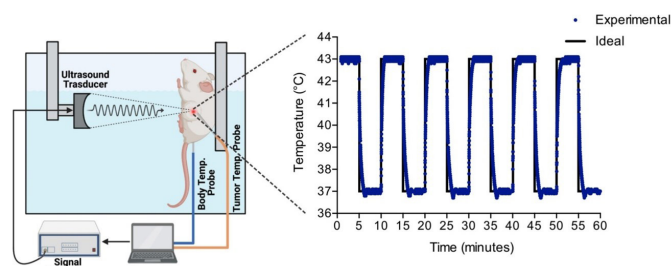
شیمی‌درمانی جایگاه خود را به عنوان ابزاری ارزشمند میان روش‌های درمانی سرطان تحکیم کرده است. با این وجود، عوارض جانبی شیمی‌درمانی نظیر آسیب به بافت‌های سالم در فولیکول مو و تخریب دیواره لوله گوارش، غیر قابل چشم‌پوشی است. به همین جهت، سالیان زیادی است که دانشمندان در تلاش برای توسعه روش‌های درمانی با عوارض جانبی محدودتر هستند. با پیشرفت مهندسی ژنتیک، میکروبی‌هایی که اصلاح ژنتیکی شده‌اند؛ به عنوان درمانی برای انواع بیماری‌ها، از جمله سرطان، مطرح شده‌اند.

در حال حاضر به نظر می‌رسد محققین دانشگاه کالیفرنیا راه‌حلی جدید و خلاقانه برای رفع بزرگ‌ترین مشکل شیمی‌درمانی پیدا کرده‌اند. این نتایج می‌تواند نویدبخش درمان تومورهای سرطانی جامد نظیر سرطان مغز، تخمدان و پانکراس در آینده‌ی نزدیک باشد. این تیم در تازه‌ترین پژوهش خود، موفق به مهندسی سویه‌ی جدیدی از باکتری شده است که پس از تزریق به بدن بیمار، به درون تومورهای سرطانی نفوذ می‌کند و در صورت قرار گرفتن در معرض امواج فراصوت، داروی ضد سرطان از خود آزاد می‌کند.

اکنون این پرسش مطرح می‌شود که این باکتری‌ها چگونه بدون آن که بافت‌های سالم را درگیر کنند، راه خود برای رسیدن به تومورهای سرطانی را پیدا می‌کنند. در حقیقت، سلول‌های سرطانی در اطراف خود محیطی ایجاد می‌کنند که سرکوبگر سیستم ایمنی است. به همین دلیل است که سلول‌های ایمنی بدن توانایی نفوذ به تومورها و مقابله با سلول‌های سرطانی را ندارند. همین ویژگی، تومورها را به محیطی مستعد برای رشد باکتری‌ها تبدیل کرده است. این در حالی است که سایر باکتری‌ها در بافت‌های سالم بدن توسط سلول‌های ایمنی حذف شده و فرصت تکثیر پیدا نمی‌کنند. بدین ترتیب با بهره‌گیری از این ویژگی می‌توان ورق را در جدال میان انسان و سرطان

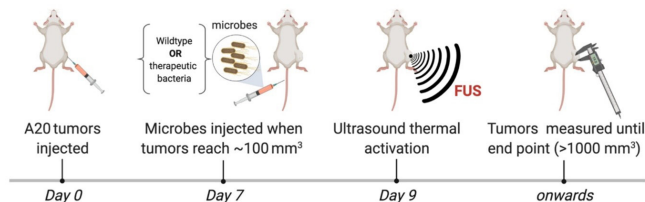
\* FUS: Focused Ultrasound

نتایج حاکی از آن بود که در موش‌های تحت درمان با سویه باکتریایی تحریک شده با فراصوت، رشد تومور در مقایسه با گروه‌های شاهد به طرز چشم‌گیری کاهش پیدا کرده بود. همچنین بررسی‌ها نشان داد که باکتری‌ها تا دو هفته پس از تحریک اولیه، فعال باقی می‌مانند و به آزادسازی پروتئین‌های ضد سرطان ادامه می‌دهند. اندازه‌گیری درصد عوامل باکتریایی فعال شده در طحال، کبد و بافت توموری تایید کرد که فعال‌سازی باکتریایی عمدتاً در تومورهای هدف صورت گرفته است و بافت‌های اطراف تومور درگیر نشده‌اند.



شکل ۱: تصویری از تنظیمات خودکار مورد استفاده برای انتقال هیپرترمی FUS به تومورها (سمت چپ) و دوره زمانی معرف دمای تومور در موش تحت درمان با مراحل متناوب ۵ دقیقه‌ای بین ۳۷ درجه سانتی‌گراد و ۴۳ درجه سانتی‌گراد.

<https://www.nature.com/articles/s2-290-60-022-41467>



شکل ۲: این تصویر نشان‌دهنده آزمایش انجام‌شده جهت ارزیابی فعال شدن ایمونوتراپی ضد تومور میکروبی در داخل بدن می‌باشد.

<https://www.nature.com/articles/s2-290-60-022-41467>

با این وجود، در برخی از نمونه‌های آزمایش‌شده، فراصوت در فعال‌سازی باکتری‌ها چندان موفق نبود که ممکن است به علت وجود محدودیت در تنظیم حرارتی باشد. تصور می‌شود که در صورت استفاده از سیستم‌های FUS بالینی که از فیدبک MRI و فوکوس مکانیکی یا الکتریکی بهره می‌گیرد، بتوان بر این محدودیت‌ها غلبه کرد.

نتایج حاصل از این پژوهش هر چند امیدبخش است، اما نیازمند مطالعات و تحقیقات بیشتر جهت

گزینه مطلوبی برای بیماران به نظر نمی‌رسد، باید یک مدار ژنی طراحی شود که بتواند با یک تحریک اولیه مختصر، پاسخ درمانی طولانی مدتی از خود نشان دهد. جهت رسیدن به این هدف محققین از ژن Bxb1 استفاده کردند که از طریق مکانیسم‌های ویژه‌ای به سویچ زیستی TcI42 پایداری می‌بخشد.

اکنون این مدار، نیازمند مجموعه‌ی جدید ژنی است تا بتواند نانوبادی‌ها را سنتز کند. نانوبادی‌ها، پروتئین‌های درمانی‌ای هستند که با خاموش کردن سیگنال‌هایی که یک تومور برای سرکوب سیستم ایمنی بدن به آنها نیاز دارد، مانع رشد تومور می‌شوند. حضور این نانوبادی‌ها منجر به شکل‌گیری یک پاسخ ایمنی در برابر سلول‌های سرطانی می‌گردد. در این پژوهش، دو نانوبادی  $\alpha$ PD-L1 و  $\alpha$ CTLA-4 انتخاب شدند که با بلاک کردن مسیرهای سیگنالینگ PD-L1 و CTLA-4 نقش خود را به عنوان داروهای ضد سرطان ایفا می‌کنند. CTLA-4 پروتئینی است که بر روی سلول‌های ایمنی T بیان می‌شود. اتصال این پروتئین به لیگاند خود، یعنی پروتئین B7، منجر به خاموشی سلول‌های T می‌شود. PD-L1 پروتئینی است که پس از اتصال به گیرنده خود، یعنی PD-1 حاضر در سطح سلول‌های T، این سلول‌ها را از حمله به سلول‌های سرطانی باز می‌دارد. اکنون حضور این نانوبادی‌ها می‌تواند با جلوگیری از برقراری اتصالات نام برده شده، مانع از خاموش شدن سلول‌های T شده تا بتوانند به نابودی سلول‌های سرطانی بپردازند.

این مدار ژنی توصیف شده در دماهای فیزیولوژیک نزدیک ۳۷ درجه سانتی‌گراد قادر به حفظ فعالیت پایه‌ی خود می‌باشد و در صورت تحریک به وسیله منبع حرارتی خارجی تا ۴۲-۴۳ درجه سانتی‌گراد، القای قوی و پایداری برای روشن شدن و بیان ژن‌های نانوبادی فراهم می‌کند.

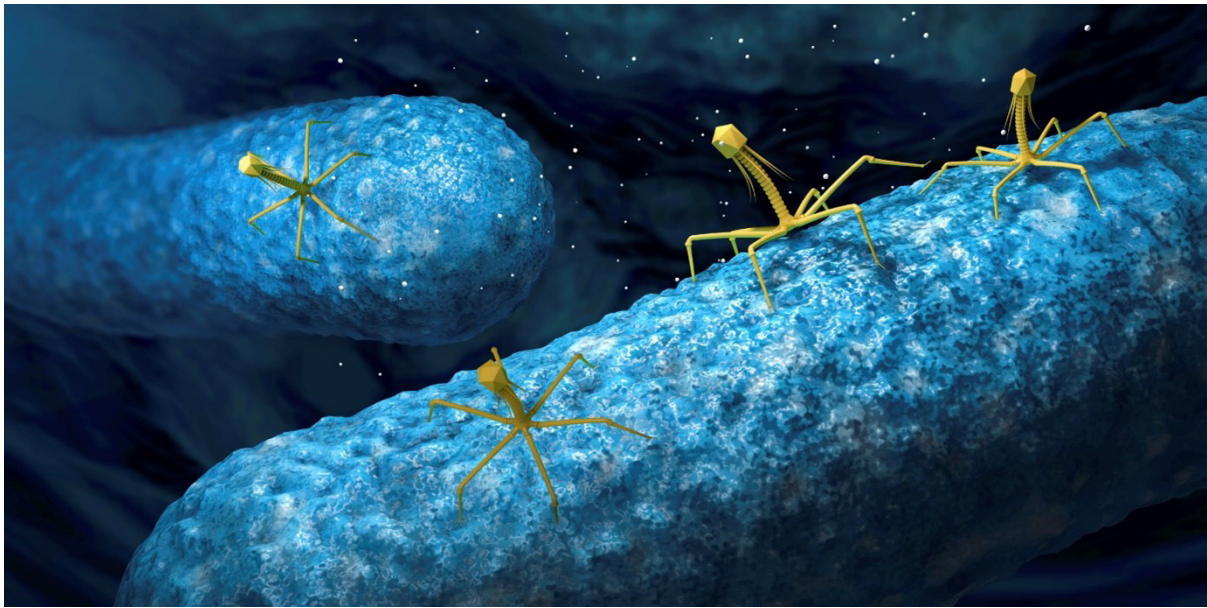
محققان برای راستی‌آزمایی باکتری‌های مهندسی‌شده، از موش به عنوان مدل آزمایشگاهی خود استفاده کردند. بدین منظور، نخست باکتری‌های دستکاری شده را به موش‌های دارای تومور سرطانی تزریق کرده و اجازه دادند تا باکتری‌ها در محل تومور مستقر شوند. سپس تومورها را در معرض امواج FUS قرار دادند و به مدت ۲ هفته اندازه تومورها را تحت نظر گرفتند.

بهینه‌سازی زمان، دوز و هویت مولکول درمانی آزاد شده در هر بار استفاده می‌باشد. جهت افزایش کارایی در درمان سرطان، می‌توان این روش را با سایر روش‌های درمانی سلولی و مولکولی تلفیق کرد. این تکنولوژی علاوه بر دارا بودن ظرفیت حضور در حوزه‌ی درمان سرطان، می‌تواند در سایر زمینه‌های بیومدیکال نظیر کنترل فعالیت میکرووب‌های حاضر در لوله گوارش، عملکرد مواد زنده مبتنی بر سلول در شرایط آزمایشگاهی و مهندسی متابولیک صنعتی به کار برود.

منابع:

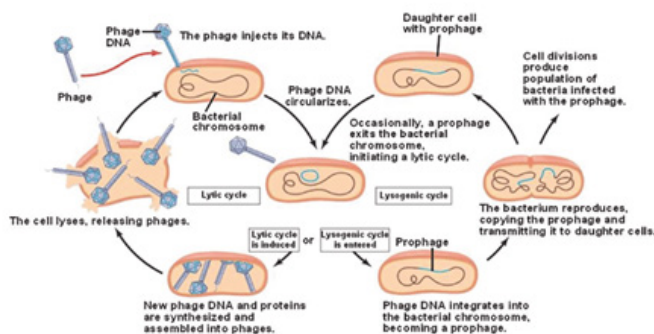






## فاژ درمانی، روشی موثر در درمان عفونت باکتریایی

شیدا بیرانوند  
دکتری تخصصی بیوتکنولوژی میکروبی



شکل ۱: چرخه لیتیک و لیزوژنیک یک فاژ

<https://openjournals.ugent.be/vdt/article/id/۷۵۸۳۳/>

در اروپا، از فاژها برای درمان عفونت‌های باکتریایی در دوران قبل از آنتی‌بیوتیک استفاده می‌شد. از کاربردهای دیگر فاژ، می‌توان به حذف بیوفیلم، استفاده به‌عنوان وکتور و نگاه‌دارنده در صنایع غذایی اشاره کرد. تجویز به صورت درون‌رگی، کوکتل فاژی، تکثیر فاژ در اسیدپتیه کمتر از ۴/۵، تجویز مجدد و افزایش دوز از مواردی است که روند درمان را سریع‌تر می‌کند.

### مزایای فاژ درمانی

- \* اختلال در بیوفیلم‌های باکتریایی
- \* کوکتل‌های فاژ (ترکیب چند فاژ) می‌توانند طیف وسیع‌تری از باکتری را مورد هدف قرار دهند.

باکتریوفاژها (فاژها) دشمنان طبیعی باکتری‌ها هستند که فراوان‌ترین موجودات تکثیرشونده روی زمین هستند. فاژها ویروس‌هایی هستند که به طور اختصاصی به سلول‌های باکتریایی حمله می‌کنند و در آن‌ها تکثیر می‌شوند، اما بر سایر سلول‌ها تأثیری ندارند. مشابه سایر ویروس‌ها، ژنوم آن‌ها ممکن است DNA یا RNA دو رشته‌ای یا تک رشته‌ای باشد. فاژها دارای چرخه همانندسازی لیتیک یا لیزوژنیک هستند.

چرخه لیتیک که به آن چرخه بیماری‌زا نیز گفته می‌شود، منجر به تولید ویروس‌هایی می‌شود که از طریق لیز سلولی آزاد می‌شوند. چرخه لیزوژنیک منجر به الحاق ژنوم فاژ به کروموزوم میزبان، بدون تولید ذرات ویروس جدید می‌شود. بسته به شرایط، برخی از فاژها می‌توانند هر دو چرخه همانندسازی را داشته باشند. فاژهای لیتیک به عنوان مهارکننده‌های رشد باکتریایی استفاده می‌شوند که می‌توانند به عنوان فاژدرمانی استفاده گردد.

- \* باکتری‌هایی که توسط فازهای لیتیک اجباری آلوده شده‌اند قادر به بازیابی حیات خود نیستند.
- \* برای افرادی که به آنتی‌بیوتیک آلرژی دارند، روش درمانی مناسبی است.
- \* فازها در طول درمان خودبه‌خود تکثیر و افزایش می‌یابند (ممکن است فقط یک دوز مورد نیاز باشد).
- \* فازها تأثیر حداقلی بر روی فلور نرمال بدن دارند.
- \* فازها طبیعی هستند و به راحتی در سراسر طبیعت یافت می‌شوند.
- \* از آنجایی که فازها عمدتاً از اسیدهای نوکلئیک و پروتئین تشکیل شده‌اند، ذاتاً غیر سمی هستند و برای انسان، حیوانات، گیاهان و محیط‌زیست مضر نیستند.
- \* اختصاصیت بالا دارد.
- \* تولید آن، آسان و ارزان است.
- \* اثر جانبی ندارد.

### معایب فاز درمانی

- \* محدوده‌ی کم میزبان باکتریایی برای فاز (نمی‌تواند برای باکتری‌های داخل سلولی استفاده شود).
- \* دشواری در حذف ژن‌های اینتگرز
- \* انتقال ژن‌های توکسین بین باکتری‌ها توسط فاز
- \* کاهش عملکرد فاز به خاطر درگیری سیستم ایمنی خنثی‌کننده
- \* ناپایداری فاز آماده‌سازی شده
- \* مشخص نیست که چه دوز یا مقدار فازها باید استفاده شود و چقدر طول بکشد تا اثر کند.
- \* ممکن است یافتن فاز دقیق مورد نیاز برای درمان عفونت دشوار باشد.
- \* فاز ممکن است سیستم ایمنی را تحریک کنند تا بیش‌از حد واکنش نشان دهد یا باعث عدم تعادل شود.

منابع:



## آینده‌ای درخشان در انتظار تحقیقات سلول‌های بنیادی

شایسته مقدم راد  
دانشجوی کارشناسی بیوتکنولوژی دانشگاه الزهرا تهران



بالاترین ارزش سهام را دارند، به ترتیب به صورت زیر است:

- 1- Amgen
- 2- Sanofi
- 3- Gilead Sciences
- 4- Vertex Pharmaceuticals
- 5- Moderna
- 6- BioNTech
- 7- BioMarin Pharmaceutical
- 8- CRISPR Therapeutics
- 9- Intellia Therapeutics
- 10- Celldex Therapeutics

ایران هم در ۱۰ سال اخیر در حوزه سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی دستاوردهای خوبی داشته است و به گفته‌ی دبیر ستاد توسعه علوم و فناوری سلول‌های بنیادی، هم‌اکنون بیش از ۲۰۰ شرکت دانش‌بنیان در این حوزه مشغول به فعالیت هستند که می‌توانند سهم بزرگی از بازار سلامت را به خود اختصاص دهند. برخی از شرکت‌های فعال در حوزه‌ی سلول‌های بنیادی عبارتند از:

امروزه با پیشرفت در زمینه‌ی مطالعات سلول‌های بنیادی، پایه‌های محکمی در پزشکی بازساختی ایجاد شده است. این سلول‌ها نویدبخش درمان بسیاری از بیماری‌ها هستند و نگاه محققان و پژوهشگران زیادی را به خود جلب کرده است. تحقیقات زیادی در حوزه استفاده از سلول‌های بنیادی در درمان بیماری‌هایی چون دیابت، پارکینسون، دیستروفی عضلانی، آسیب‌های نخاعی و... در حال انجام است.

به گفته دکتر حمیدیه، دبیر ستاد توسعه علوم و فناوری سلول‌های بنیادی، آینده پزشکی جهان را این فناوری نوین شکل می‌دهد. دانشی که در لبه‌های علم بشری به سرعت رو به توسعه است و نه تنها به درمان قطعی بیش از هفتاد بیماری صعب‌العلاج پرداخته بلکه این فناوری با کمک ژن‌درمانی، مهندسی بافت و سلول‌درمانی، جهان طبابت را متحول می‌کند. به دلیل رشد سریع سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی، شرکت‌ها و مراکز زیادی بر روی آن سرمایه‌گذاری می‌کنند. تخمین زده شده است که بازار جهانی درمان با کمک سلول‌های بنیادی، تا سال ۲۰۲۶ به ۱۸.۵۱ میلیارد دلار خواهد رسید. ده شرکت برتر این حوزه که در بازار بورس NASDAQ



- \* شرکت دارو درمان برنا: تولید فاکتورهای رشد
- \* شرکت زیست فناوری نوین درمان پرسیا ویستا: تولید محصولات مبتنی بر آگزوزوم
- \* شرکت نانوفناور سوفار دارو: تولید فرآورده‌های پوستی
- \* شرکت سیناسل: تولید پانسمان‌های زیستی از جنس مایع آمینوتیک
- \* شرکت زیستا ژن آفرین: تولید کیت‌های استخراج DNA از بزاق

به طور کلی می‌توان گفت سلول‌های بنیادی چشم‌انداز وسیعی را برای محققان ایجاد کرده است و امید و انگیزه‌های تازه‌ای برای درمان طیف گسترده‌ای از بیماری‌های حاد و مزمن زنده شده است. در کنار تمام دستاوردهایی که پژوهشگران کسب کردند، همچنان چالش‌هایی وجود دارد و آن‌ها در تلاش‌اند تا با ارائه‌ی راهکارهایی مطمئن، موانع و مشکلات موجود بر سر راه تحقیقات سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی برداشته شود.

منابع:



# زیست نگار

روش نوین تولید اعضای بدن با استفاده از سلول های بنیادی ✓

تجربیات زندگی والد، شکل دهنده بدن فرزندان ✓

تصویربرداری از داخل بدن تنها با یک برچسب ✓

رباتی کاوشگر از درون نوکلئوتیدهای بدن! ✓



## روش نوین تولید اعضای بدن با استفاده از سلول‌های بنیادی

مریم هادی پور  
دانشجوی کارشناسی بیوتکنولوژی دانشگاه الزهرا تهران

پشتیبان در یک مسیر جایگزین، می‌توان ساختارهای ارگانوئید از آنها ساخت.

برای رسیدن به این هدف، پژوهشگران با استفاده از یک نشانگر ژنتیکی، تمامی سلول‌هایی که توانایی ساخت اندام‌های مرتبط به دستگاه گوارش را داشتند، شناسایی کردند. برای تسهیل این کار، ابزارهای محاسباتی جدیدی طراحی شد که در مجموعه‌ای از سلول‌ها، سلولی با خاصیت مورد نظر را شناسایی کند. برای پاسخ به این پرسش که آیا روش جایگزین می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد، پژوهشگران از سلول‌های بنیادی خارج جنینی آندودرم برای تولید اندام‌هایی مانند روده استفاده نمودند.

در یافته‌های نهایی مشخص شد که هر دو روش ثمربخش هستند. استفاده از روش دوم یا مسیر جایگزین، باعث می‌شود تا سلول‌هایی که در آزمایشگاه رشد پیدا کرده‌اند بتوانند به سلول‌های عملکردی تبدیل شوند و این پدیده در مطالعه بیماری‌ها و روش‌های درمانی مورد استفاده بسیار سودمند خواهد بود.

منابع:



سلول‌های بنیادی، توانایی تولید انواع سلول‌های مختلف اعضای بدن، مانند کبد، پانکراس، روده و... را دارند و از همین خاصیت آن‌ها در دنیای علوم زیست‌شناسی برای مطالعات متنوع هم‌چون بازسازی بافت آسیب‌دیده‌ی یک عضو استفاده می‌شود. محققان، زمان زیادی را برای شناخت فرآیند ایجاد عضو از سلول‌های بنیادی جنینی صرف کرده و سعی در تکرار این فرآیند در آزمایشگاه داشته‌اند؛ درحالی که شبیه‌سازی این فرآیند بسیار چالش‌برانگیز و طاقت‌فرسا است. در این روش، با استفاده از مولکول‌های موجود در سلول‌های بنیادی پرتوان، سلول‌های تمایز یافته مجدداً برنامه‌ریزی شده و می‌توان به آن‌ها نقش سلول بنیادی پرتوان را القا کرد.

پژوهش‌های متنوعی برای ساخت روده و اندام‌های مرتبط با دستگاه گوارش انجام شده یا در حال انجام شدن است؛ اما پژوهش جدیدی در دانشگاه کپنهاگ دانمارک نشان می‌دهد که استفاده از سلول‌های پرتوان، تنها راه‌حل برای ایجاد عضو از سلول‌های بنیادی نیست. در حقیقت، استفاده از کشفیات جدید، همانند سلول‌های بنیادی تازه کشف‌شده، روشی نوین برای حل این موضوع به شمار می‌رود.

تمرکز این مطالعه بر روی سلول‌های بنیادی پرتوان و هم‌چنین سلول‌های بنیادی خارج جنینی آندودرم<sup>۱</sup> بود که مدتی پیش توسط همین تیم تحقیقاتی کشف شد. نقش سلول‌های بنیادی خارج جنینی آندودرم، کمک به عملکرد اندام‌های گوارشی از طریق عمل به عنوان سلول‌های پشتیبان است؛ به طوری که، تامین تغذیه برای غشای سلول هدف و پشتیبانی از آن‌ها بر عهده این نوع از سلول‌ها است. تا گذشته نه چندان دور، تصور بر این بود که این سلول‌ها تنها به رشد جنین کمک کرده و سپس از بین می‌روند؛ اما در این مطالعه ثابت شد که با هدایت این سلول‌های

۱. Endoderm extra-embryonic stem cells

## تجربیات زندگی والد، شکل دهنده بدن فرزند

مریم هادی پور  
دانشجوی کارشناسی بیوتکنولوژی دانشگاه الزهرا تهران

می‌شود. در بیماری دیستروفی عضلانی FSHD، ابتدا ماهیچه‌های صورت، شانه و قسمت بالای دست گرفتار می‌شود و به دنبال آن ضعف ماهیچه‌های لگن، شکم و قسمت پایین پا رخ می‌دهد و بسیاری از بیماران مبتلا به کم‌شنوایی نیز می‌شوند. محققان این پژوهش بر این باورند که یافتن این اطلاعات، کمک شایانی به طراحی و توسعه داروهای موثر بر روی اختلالات رشدی خواهد کرد.



امروزه، با پیشرفت علم ژنتیک، می‌دانیم که والدین، هر دو اطلاعات ژنتیکی و اپی‌ژنتیکی خود را به فرزندان منتقل می‌کنند. اطلاعات اپی‌ژنتیکی، شامل عوامل خارجی است که باعث روشن یا خاموش شدن ژن‌ها می‌شود و بر روی چگونگی خوانده شدن ژن‌ها اثر می‌گذارد. بدیهی است که تغییرات در شرایط محیطی (مانند رژیم غذایی) باعث تغییرات اپی‌ژنتیکی شود، اما این گونه از تحولات اپی‌ژنتیکی، باعث تغییر DNA نمی‌شود و معمولاً از والدین به فرزندان نیز منتقل نخواهد شد. زیرا گروه کوچکی از ژن‌ها می‌توانند اطلاعات اپی‌ژنتیکی را در میان نسل‌ها منتقل کنند. منابع:

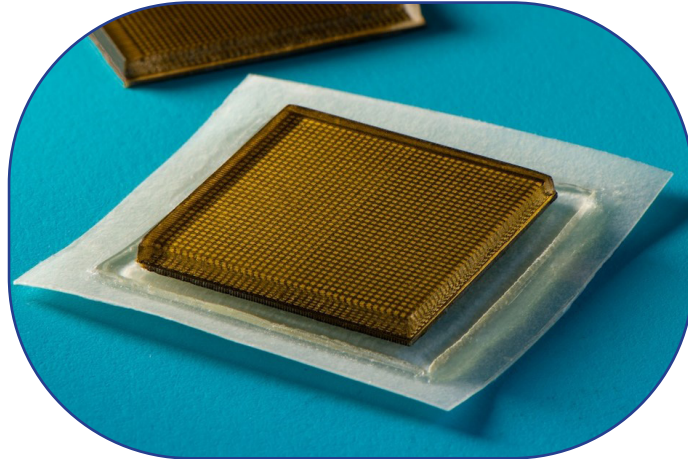
جدا از این گروه کوچک، تعداد بسیار کمی از ژن‌ها تحت تاثیر شرایط اپی‌ژنتیکی والدین قرار می‌گیرند. اخیراً، در پژوهشی جدید در موسسه تحقیقات پزشکی والتر و الیزا هال (WEHI) در استرالیا، مشخص شده که مقداری از یک پروتئین خاص در تخمک مادر می‌تواند بر روی ژن‌های هدایت‌کننده الگوهای اسکلتی فرزندان موثر باشد. این پروتئین که SMCHD1 نام دارد، یک تنظیم‌کننده اپی‌ژنتیکی است و بر روی بیان ژن‌های HOX تاثیر می‌گذارد. ژن‌های HOX، یکسان بودن هر مهره در حین رشد جنینی را کنترل می‌کنند. این در حالی است که پروتئین SMCHD1، از فعال شدن زود هنگام این ژن‌ها جلوگیری می‌کند.

در این پژوهش، محققان متوجه شدند که میزان پروتئین SMCHD1 که در تخمک مادر وجود دارد بر روی عملکرد ژن‌های HOX تاثیر دارد. در شرایطی که این پروتئین وجود نداشته باشد، الگوهای جنین تحت تاثیر قرار گرفته و فرزندان دارای ساختارهای اسکلتی متفاوت می‌شوند. هم‌چنین در حالتی که ژن‌های سازنده این پروتئین دچار جهش شده و ساختار این پروتئین دچار دگرگونی شود، باعث ایجاد بیماری‌های متنوع عضلانی و اسکلتی مانند سندرم پرادر ویلی (Prader-Willi Syndrome)، دیستروفی عضلانی از نوع FSHD و...



## تصویربرداری از داخل بدن تنها با یک برچسب

تارا شاهمرادی  
دانشجوی کارشناسی بیوتکنولوژی دانشگاه الزهرا تهران



شکل ۱: نمونه برچسب ساخته شده توسط محققان دانشگاه MIT  
<https://news.mit.edu/2022/ultrasound-stickers-0728>

می شوند که تنها در مراکز تخصصی خاص یا مطب‌های خاص پزشکی قابل دسترسی هستند. اما روند پژوهشی و تولیدی این برچسب‌ها، به سمت دسترسی آسان و همگانی در حال حرکت است؛ به طوری که مردم در مواقع نیاز بتوانند این برچسب‌ها را مانند چسب زخم‌های کنونی، از داروخانه‌های نزدیک تهیه کنند. این تکنولوژی جدید، به طور کامل به بهره‌برداری نرسیده است و محققان در تلاش‌اند تا با ایجاد تغییراتی مانند اتصال بی‌سیم برچسب‌ها، به قابلیت‌های مفید آن بیافزایند. بهره‌برداری کامل از این پروژه، می‌تواند گامی بزرگ در راستای استفاده بهینه از تکنولوژی در پزشکی باشد.

محققان در دانشگاه MIT موفق به تولید نوعی برچسب شده‌اند که می‌تواند تصاویر فراصوت را از داخل بدن ارائه دهد. این دستگاه کوچک، به اندازه یک تمبر است، به پوست می‌چسبد و می‌تواند به مدت ۴۸ ساعت تصویربرداری و سونوگرافی مداوم از اندام‌های داخلی بدن ارائه دهد. تصویربرداری فراصوت راهکاری ایمن و بدون آسیب به عملکرد بدن است که تصاویر زنده از اندام‌های داخلی بیمار را در اختیار پزشکان قرار می‌دهد. در حالت معمول، برای ثبت این تصاویر، تکنسین‌های آموزش‌دیده با دستکاری ابزار و مبدل‌های فراصوت، امواج صوتی را به داخل بدن هدایت می‌کنند؛ سپس انعکاس این امواج به بیرون از بدن باعث می‌شود تا تصاویری با وضوح بالا از قلب، ریه‌ها و سایر اندام‌های بیمار به دست بیاید.

منابع:

این تکنولوژی جدید مزایای زیادی نسبت به رقیب قدیمی خود دارد. برای مثال این دستگاه‌ها می‌توانند مانند برچسب‌های EKG مانیتورینگ قلب، برای روند درمانی بیماران حاضر در بیمارستان استفاده شود و به طور مداوم از اندام‌های داخلی تصویربرداری کند؛ بدون آنکه به متخصصی برای نگه داشتن برچسب‌ها برای مدت طولانی در محل، یا کنترل مداوم آن نیاز باشد. از طرفی دیگر دستگاه‌های تصویربرداری از اندام‌های داخلی بدن، تجهیزاتی پیچیده و گران قیمت محسوب



## رباتی کاوشگر ازدرون نوکلئوتیدهای بدن!

تارا شاهمرادی  
دانشجوی کارشناسی بیوتکنولوژی دانشگاه الزهرا تهران



شکل ۱: طراحی یک نانوربات براساس ساختار اریگامی DNA

<https://statnano.com/news/۷۱۱۳۴/A-Nano-Robot-Built-Entirely-from-DNA-to-Explore-Cell-Processes>

این مکانیسم‌ها، در دسترس هستند. با این وجود، این فناوری‌ها محدودیت‌هایی نیز دارند؛ برای مثال، بسیار پرهزینه هستند و قابلیت مطالعه‌ی چندین گیرنده مکانیکی در یک زمان را ندارند.

به عنوان یک راه جایگزین، محققان تصمیم گرفتند از روش اریگامی DNA استفاده کنند. این امر، امکان مونتاژ نانوساختارهای سه بعدی را با استفاده از مولکول DNA به عنوان ماده ساختمانی، فراهم می‌کند. طی ده سال گذشته، این تکنیک باعث پیشرفت‌های عمده‌ای در زمینه نانو فناوری شده است. چنین ابزاری، برای تحقیقات پایه بسیار ارزشمند است؛ زیرا می‌توان از آن، برای درک بهتر مکانیسم‌های مولکولی درگیر در حساسیت مکانیکی سلول و کشف گیرنده‌های سلولی جدید حساس به نیروهای مکانیکی استفاده کرد. با وجود این نانوربات‌ها، دانشمندان می‌توانند با دقت بیشتری مطالعه کنند تا حدی که متوجه شوند در چه لحظه‌ای از اعمال نیرو، مسیرهای سیگنالی مهم در فرآیندهای بیولوژیکی در سطح سلول فعال می‌شود.

پیشرفت تکنولوژی در زمینه نانوربات‌ها به جایی رسیده است که دانشمندان توانسته‌اند برای کشف و تحقیق درباره روابط مولکولی، نانو رباتی از جنس DNA بسازند. این نانو ربات با ساختار خلاقانه و جدید خود، امکان مطالعه دقیق‌تر نیروهای مکانیکی در سطوح میکروسکوپی را فراهم می‌کند. شناختن دقیق این نیروهای مکانیکی، برای درک بسیاری از فرآیندهای بیولوژیکی و آسیب‌شناسی آن‌ها، حائز اهمیت است. روزانه، سلول‌های بدن ما در معرض نیروهای مکانیکی گوناگونی در مقیاس میکروسکوپی هستند که این نیروها، برخی سیگنال‌های بیولوژیکی ضروری را برای رخ دادن بسیاری از فرآیندهای طبیعی بدن، یا ایجاد برخی بیماری‌ها، تحریک می‌کنند. به عنوان مثال، احساس لامسه تا حد زیادی مربوط به دریافت نیروهای مکانیکی از طریق گیرنده‌های سلولی خاص است. علاوه بر لمس، این گیرنده‌ها که به نیروهای مکانیکی حساس هستند، می‌توانند سایر فرآیندهای بیولوژیکی مهم مانند انقباض عروق خونی، درک درد، تنفس یا حتی تشخیص امواج صوتی در گوش و... را نیز تنظیم کنند. اختلال در عملکرد حساسیت مکانیکی این گیرنده‌های سلولی، در بروز بسیاری از بیماری‌ها دخالت دارد.

در حال حاضر، دانش ما از این مکانیسم‌های مولکولی درگیر در حساسیت مکانیکی سلول بسیار محدود است. اما در حال حاضر، چند فناوری محدود برای مطالعه

منابع:







# به توان سلول

آدرس: تهران، ونک، ده ونک، دانشگاه الزهرا (س)  
ساختمان معاونت فرهنگی و اجتماعی  
دانشگاه الزهرا (س)

رایانامه:

[btavancell2020@gmail.com](mailto:btavancell2020@gmail.com)

شماره هشتم، شهریورماه ۱۴۰۱