آشنایی با نانو پزشکی و نانو داروها

سیدمحمدرضا میرابوطالبی، لیلا وفاجو*

تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، دانشکده تحصیلات تکمیلی، گروه مهندسی شیمی

پیام‌نگار: **vafajoo@azad.ac.ir**

چکیده

امروزه کاربردهای فناوری نانو به نحوی گسترده شده است که تعامل آن با مولکول‌های زیستی منجر به ایجاد عرصه‌ای تازه به نام "نانو پزشکی" یا "پزشکی توانمند به کمک فناوری نانو" شده است. بنابراین نانو پزشکی به عنوان عرصه‌ای تازه در زمینه علم و فناوری نیاز دارد تا بهتر شناخته شده و مسائل مرتبط با آن از جمله تجهیزات پزشکی در مقیاس نانو(حسگرهای زیست‌شناختی)، تشخیص در شرایط آزمایشگاهی، سیستم‌های تحویل دارو و نیز مسائل تجاری و دیدگاه صنعتی مطرح شود. در این مقاله با معرفی و اشاره به برخی از آن‌ها سعی شده است گامی در جهت آشنایی هر چه بیشتر با این عرصه برداشته شود.

کلمات کلیدی: نانو پزشکی، فناوری نانو، پزشکی احیا کننده، نانو دارو، تحویل دارو

۱- مقدمه

ایده پیدایش علم نانو در پزشکی و داروسازی، از فرضیه‌ای امکان استفاده از نانوروبات‌ها و ابزارهای مرتبط دیگر و ورود آن‌ها به بدن انسان برای درمان‌های در سطح سلولی شروع شد. امروزه علم نانو به صدها شاخه مختلف تقسیم شده که هرکدام از آنها تجسمی از این بینش هستند که نانومواد و تجهیزات در مقیاس مولکولی می توانند فواید بسیاری را در تحقیقات علمی و پزشکی به ارمغان بیاورند [۲و۱].

نانوپزشکی علم و فناوری تشخیص، درمان و جلوگیری از بیماری‌ها و صدمات ناشی از درد، حفظ و بهبود سلامت انسان با استفاده از ابزارهای مولکولی و دانش مولکولی بدن انسان است. به عبارت دیگر، نانوپزشکی بعنوان استفاده از فناوری نانو برای سلامت تعریف شده که از خواص اصلاح شده و یا جدید فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی در مقیاس نانو بهره می‌برد. نانوپزشکی دارای تأثیر بالقوه در پیشگیری، تشخیص و درمان زودهنگام و قابل اعتماد از بیماری است؛ با این حال نانوپزشکی، بیشتر یک مفهوم علمی است تا صنعتی، به همین دلیل نانوپزشکی گاهی تحت عنوان فناوری پیشرفته پزشکی طبقه بندی می‌شود[۴و۳].

اولین نتایج حاصل از علم نانوپزشکی را می‌توان در اواخر دهۀ ۱۹۶۰ در ETH زوریخ جستجو کرد. اما توسعه صنعتی و فناوری نانوپزشکی به دهه اخیر برمی‌گردد که برخی ابتکارات بزرگ راه را برای توسعه آن مشخص کرده است.

در اوایل سال ۲۰۰۳ بنیاد علوم اروپا برنامه‌هایی را جهت بررسی نانوپزشکی آغاز کرد. در ژوئن ۲۰۰۳ دولت بریتانیا از انجمن سلطنتی، آکادمی ملی علوم بریتانیا، آکادمی سلطنتی مهندسی و آکادمی ملی مهندسی درخواست کرد تا به انجام مطالعه و بررسی مبنی بر میزان بهداشت، ایمنی و مسائل اجتماعی مرتبط با نانو پزشکی بپردازند[۵].

در سال ۲۰۰۴ کمیسیون اتحادیه اروپا ارتباط خود را با استراتژی

www.SID.ir

اروپا برای فناوری نانو اعلام کرد. در همان زمان گروه نانوپزشکی اروپا تحت حمایت کمیسیون نانوی اروپا در ماه اکتبر سال ۲۰۰۴ راه اندازی شد[۶].

در سال ۲۰۰۷ بنیاد اروپایی نانوپزشکی بالینی در بازل(سوئیس) تاسیس شد. این بنیاد یک نهاد غیرانتفاعی با هدف پیشبرد پزشکی به نفع افراد جامعه از طریق استفاده از علوم نانو می‌باشد. این بنیاد از طریق حمایت از تحقیقات بالینی متمرکز و تعامل اطلاعات بین پزشکان، محققان، مردم و سایر ذینفعان، اهداف پیشگیری، تشخیص و درمان از طریق نانوپزشکی را محقق می‌کند. شناخت تاثیر ورود علم نانو در پزشکی و مشاهده پیشرفت سریع دستاوردهای کاربردی آن از دلایل اصلی برای ایجاد این بنیاد است. در طرف دیگر اقیانوس اطلس، موسسه ملی بهداشت برای اولین بار نقشه راه خود در مورد نانوپزشکی در سال ۲۰۰۴ را منتشر ساخت این موسسه به عنوان پیگیری در سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ شبکه ملی متشکل از هشت مرکز توسعه نانوپزشکی با محوریت فکری و فناوری از طرح نقشه راه نانوپزشکی را تاسیس کرد.[۷].

برخی از قوانین فیزیکی در مقیاس نانو متفاوت هستند و این ممکن است برای کاربردهای پزشکی مطلوب یا نامطلوب باشد. زمانیکه مقیاس و اندازه‌ها کوچک می‌شوند نسبت سطح به حجم بسیار زیاد می‌شود بطوری که نانوذرات با داشتن سطحی زیاد برای انجام فعل و انفعالات شیمیایی با مولکول‌های زیستی بسیار مناسب هستند. علاوه براین، زمان واکنش‌های زیست‌شیمیایی کوتاه‌تر شده و ابزارهای آنالیز دقیق‌تر و حساس‌تر شوند. گرانروی در مقیاس نانو دارای اهمیت می‌شود زیرا برخورد با دیواره مویرگ‌ها بیشتر شده و تاثیر گرانروی بیشتر از گرانش است در نتیجه نانوسیالات پیچیده‌تر از میکروسیالات هستند.

یکی از مزایای کوچک سازی دستگاه‌های آنالیزی، کاربرد آنها در نمونه‌برداری در بافت‌های زنده است. در مقابل، اندازه‌گیری مولکول‌های زیستی در غلظت‌های پایین مانند برخی نشانگرهای زیستی در نمونه‌های بزرگ مانند قطرات خون نیاز به مراحل اولیه تغلیظ این مولکول‌ها دارد.

هدف از نانوپزشکی ممکن است بطور گسترده به صورت نظارت جامع، کنترل، ساخت، تعمیر و نگهداری، دفاع و بهبود تمام سیستم‌های زیست‌شناختی انسان در سطحی مولکولی و با استفاده از دستگاه‌هایی با ساختار نانو تعریف شود که در نهایت به مزایایی در پزشکی منجر می‌گردد. سیستم نانوذرات دارای اندازه‌های مختلفی از چند نانومتر مثل میسل‌ها تا چند صد نانومتر مثل لیپوزوم هستند. بعنوان مثال سیستم‌های تحویل دارو به راحتی می‌توانند با مولکول‌های زیستی واقع در هردو سطح، داخل سلولی و بیرون سلولی، ارتباط برقرار کنند. سیستمهای تحویل نانو داروها نه تنها می‌توانند داروهای شیمی درمانی و انکپسوله را منتقل کنند بلکه به محض نفوذ به سلول‌ها می توانند داروها را به داخل آن‌ها تخلیه کنند[۸].

اصلی‌ترین زمینه‌های نانوپزشکی عبارتند از:

- تشخیص در شرایط آزمایشگاهی و در داخل بدن از جمله تصویربرداری
- پزشکی احیاء کننده[1]
- دستگاههای ایمپلنت
- تحویل دارو

۲- تشخیص پزشکی

۲-۱ تشخیص در شرایط آزمایشگاهی

تشخیص در شرایط آزمایشگاهی در پزشکی سنتی یک کار پرزحمت و سخت به حساب می‌آید و ممکن است بسته به نوع روش، روزها و یا هفته‌ها به طول بیانجامد. زوال نمونه‌ها، پرهزینه بودن، زمان انتظار طولانی (حتی برای موارد فوری)، نتایج نادرست برای نمونه‌هایی با مقادیر کوچک، مشکلات در یکپارچه سازی پارامترهای به دست آمده توسط طیف گسترده‌ای از روش‌ها و استاندارد سازی ضعیف نمونه‌ها از معایب و مشکلات روش‌های معمول و سنتی آزمایشگاهی است. کوچک سازی و یکپارچه‌سازی توابع مختلف در یک دستگاه واحد، براساس فناوری‌های نوین صنعت الکترونیک، منجر به توسعه نسل جدیدی از دستگاه‌هایی می‌شود که کوچکتر، سریعتر و ارزانتر هستند. این دستگاه‌های تحلیلی و اندازه گیری نیاز به نمونه‌های با تعداد یا حجم‌های کمتری داشته و تنها با یک اندازه گیری می‌توانند اطلاعات زیست‌شناختی دقیق‌تر و کامل‌تری ارائه کنند[۹].

1. Regenerative Medicine

Archive of SID

www.

۲-۱-۱ حسگرهای زیست‌شناختی

فناوری نانو روش‌های تشخیص را توانمند ساخته و این روش‌ها را به سمت غربالگری با توان بیشتر سوق می‌دهد. یک تشخیص در شرایط آزمایشگاهی می‌تواند تنها با یک تک حسگر زیست‌شناختی و یا یک دستگاه یکپارچه شامل تعدادی از حسگرهای زیست‌شناختی باشد. حسگر زیست‌شناختی یک سنسور حاوی یک عامل زیست‌شناختی مانند آنزیم است که قادر به شناخت و تشخیص حضور، فعالیت و یا غلظت مولکول زیست‌شناختی در محلول و ارسال سیگنال (از طریق برخی تغییرات زیست‌شیمیایی) می‌باشد. ویژگی کلیدی حسگرهای زیست‌شناختی، اختصاصی بودن و حساس بودن آن‌هاست. فناوری‌های نوین در صنعت الکترونیک، امکان کوچک‌سازی حسگرهای زیست‌شناختی و نمونه‌برداری در مقیاس کوچک‌تر و نیز ساخت حسگرهای یکپارچه را فراهم کرده‌اند.[۸]

۲-۲ تشخیص در داخل بدن

به طور کلی تشخیص در داخل بدن به روش‌های تصویربرداری و استفاده از تجهیزات قابل نصب در بدن اشاره دارد. تصویربرداری نانو شامل روش‌های مختلفی است که با استفاده از مطالعه در شرایط مولکولی عمل می‌کنند. فناوری‌های متداول تصویربرداری شامل تصویربرداری نوری، تصویربرداری هسته‌ای با ردیاب رادیواکتیو، تصویربرداری MRI، سونوگرافی و تصویربرداری پرتوهای ایکس می‌باشد.

هدف از تحقیقات نانو در این زمینه، تشخیص بیماری با استفاده از عوامل تشخیصی بسیار حساس و بسیار قابل اعتماد است که بتواند درمان را تحت نظارت و کنترل داشته باشد. بدین ترتیب ابتدا می‌بایست بافت مورد نظر با استفاده از نانو ساختارهای قابل ردیابی، تصویربرداری شده سپس مراحل درمان آغاز و در نهایت اثرات درمان با تصویربرداری مداوم دنبال شود[۱۰].

تصویربرداری پزشکی از نقش حاشیه‌ای خود در مراقبت‌های پزشکی فراتر رفته و به یک ابزار تشخیصی ضروری در طول ۳۰ سال گذشته تبدیل شده است. تصویر برداری مولکولی در حال حاضر یک ابزار اساسی در دنبال کردن بیماری و توسعه تمام برنامه‌های کاربردی در نانو داروها محسوب می‌شود. فناوری‌های تصویربرداری متداول می‌توانند تغییرات ظاهری بافت را هنگامی که علائم آن تقریباً پیشرفته شده مشاهده کنند؛ کمی بعدتر، عوامل کنتراست تصویر به راحتی به داخل بدن فرستاده می‌شود تا محل بیماری و عارضه مشخص شود. اما امروزه به کمک فناوری‌های نانو، هم ابزارهای تصویربرداری و هم عوامل نشانگرهای تشخیصی، به طور چشمگیری تغییر می‌کنند تا شناسایی عارضه در اسرع وقت حتی با شروع از یک سلول امکان پذیر شود. یک تصویربرداری مولکولی هدفمند برای طیف گسترده‌ای از اهداف تشخیصی مانند شناسایی منبع التهاب، محل و مرحله بندی تومور، تجسم ساختارهای عروقی و یا بیماری‌های خاص و بررسی آناتومی اهمیت دارد. همچنین برای تحقیق بر روی رهایش کنترل شدهٔ دارو، ارزیابی توزیع دارو برای تشخیص اولیه و جلوگیری از تجمع ناخواستهٔ مواد دارویی که ممکن است ایجاد خطر کند دارای اهمیت است[۱۱].

روش‌های تصویربرداری کنونی تنها زمانی که تغییرات قابل مشاهده‌ای بر روی بافت صورت گیرد قادر به تشخیص سرطان هستند، تا آن زمان هزاران سلول سرطانی تکثیر و جابجا شده‌اند، همچنین ماهیت تومور (بدخیم یا خوش خیم) و پاسخ آن به یک درمان خاص تنها وقتی قابل مشاهده و یا درمان است که از توده سرطانی نمونه برداری بافتی (بیوبسی) انجام گردد. از طریق فناوری نانو این امکان وجود دارد که سلول‌های سرطانی (حتی قبل از سرطانی شدن) شناسایی شوند. برای مثال آنتی بادی‌هایی را که در سلول‌های سرطانی ایجاد می‌شوند می‌توان شناسایی کرد که توسط نانو ذراتی از جنس اکسیدهای فلزی پوشش داده می‌شوند تا هنگام MRI سیگنالی با کنتراست بالاتر ایجاد کنند. نانوذرات طلا نیز می‌توانند به منظور افزایش پراکندگی نور در روش آندوسکوپی بکار روند[۱۱].

۲-۳ پزشکی احیاکننده

پزشکی احیا کننده ایجاد بافت‌های زنده و عامل دار و یا تعمیر و جایگزینی بافت‌هایی است که در اثر سن، بیماری و یا آسیب ناقص مادرزادی از بین رفته‌اند. این زمینه نوید احیای بافت‌ها و بخش‌های آسیب دیده را در بدن می‌دهد. به عبارت دیگر، پزشکی احیاکننده قادراست در محیط آزمایشگاهی بافت‌ها و ارگان‌هایی را که بدن نمی‌تواند ترمیم کند، پرورش دهند و سپس به صورت ایمن در داخل بدن مستقر نمایند. بازسازی بافت‌ها را می‌توان با ترکیبی از

Archive of SID

www.SID.ir

سلول‌های زنده، که قابلیت‌های زیست‌شناختی داشته، و مـوادی کـه به عنوان داربست عمل می‌کنند گسترش داد[۱۲].
یکی از مسائلی که در پزشکی احیاکننده اهمیت دارد این است که از سلول‌های خود بیمار برای کـاربرد در نانوسـاختارها اسـتفاده نـشود بلکه به جای آن از بیومواد پرشده بـا مولکـول‌هـای علامـت دار و از سلول‌های اجدادی بیمار استفاده کنند[۱۲].

۲-۳-۱ مواد زیستی

سلول‌های پستانداران نسبت به سیگنال‌های زیست‌شـناختی کـه در داخـل بـدن از محـیط و اطرافـشان دریافـت مـی‌کننـد، از خـود عکس‌العمل نشان می‌دهند. بنابراین مـوادی کـه بـرای تـرمیم بـدن انسان استفاده می‌شوند باید توانایی تولیـد سـیگنال‌هـایی را داشـته باشند تا منجر به القای یک رفتار کنتـرل شـده بـه دیگـر سـلول‌هـا شوند. برای بکارگیری فناوری نانو در زمینه سلول‌های بنیادی شرایط مختلفی باید فراهم باشد از جمله اینکه، نانو مـواد بایـد بـه گونـه‌ای طراحی شوند که با پروتئین‌ها تعامل داشته و وظایف زیستی آنهـا را دچار اختلال نکنند. نانو مواد باید غیر سمی و سازگار بوده و پـس از ترکیب، خواص فیزیکی خود را حفظ کنند[۱۳].
فناوری نانو می‌تواند به منظور ایجاد تغییـرات و یـا تحریـک محـیط اطراف به احیا و سالم‌سازی در سطح مولکـولی بـه توسـعه بیومـواد کمک کند. فناوری نانو نه تنها یک ابـزار عـالی بـرای تولیـد مـوادی است که مشابه سیستم‌های زیستی عمـل مـی‌کنـد بلکـه مـی‌توانـد سیستم‌های کارآمد را تحویل و ارسال نماید. [۱۴].
بیومواد آینده باید بتوانند بطور همزمـان احیـای بافـت را افـزایش و پاسخ‌های ایمنی بدن را نسبت به عفونت به حداقل برساند. مهندسی بافت به کمک فناوری نانو پیشرفت‌های چـشم‌گیـری داشـته اسـت. گزارش‌هـای متعـددی وجـود دارد کـه بـا فنـاوری نـانو مـی تـوان درمان‌های احیا کننـده متعـددی از جملـه درمـان‌هـای اسـتخوانی، عروقی، قلبی، غضروفی، مثانه و بافت مغز را انجام داد[۱۵].

۲-۴ ایمپلنت‌ها، حسگرها

فنـاوری نـانو دارای تجهیـزات گونـاگون تشخیـصی در بـدن ماننـد: قرص‌های تصویربرداری و یا ابزارهـای جدیـد آندوسـکوپی نـاظر بـر مولکول‌های برخی بیماری‌های مـزمن (ایـدز و یـا دیابـت) هـستند. اندازه گیری هوشمند و مستمر نشانگرهای قندخون و یا عفونت‌های خونی عرصه ای برای تجهیزات قابـل کارگـذاری در بـدن محـسوب می‌شود. کوچک سازی (برای پایین آوردن تهاجم) همراه با عامل‌دار کردن سطح و زیست‌شناسی کردن ابزارها و تجهیزات به پذیرش آنها در بدن کمک خواهد کرد[۱۶].

۲-۴-۱ نانوبیوبسی

اغلب اوقات تومورهای مغزی، سـخت تـرین نـوع سـرطان، از منظـر تشخیص، در بدن انسان محسوب می‌شوند. همـانطور کـه قـبلا هـم اشاره شد عموماً تشخیص خوش خیم یـا بـدخیم بـودن بافـت‌هـای سلولی به کمک بیوپسی امکان پذیر است؛ امـا در مـورد بافـت‌هـای سلول مغز به دلیل ویژه بودن ایـن ارگـان بایـد از ایـن روش پرهیـز شود. بنابراین بکارگیری فناوری نانو بـه منظـور تعیـین و شناسـایی تومورهای مغزی به عنوان یک جایگزین محسوب می‌شود. یک روش جدید براساس یک قلم با الگـوی نـانو ارائـه شـده اسـت کـه در آن پروتئین‌ها و سلول‌ها با چسبندگی سطحی به یک قلـم آندوسـکوپی وارد مغز شده و مقدار اندکی از سلول‌ها و مولکول‌های زیستی شناور را بدون از بین بردن بافت مغز جدا می‌کننـد، بـا ایـن حـال بـدلیل ماهیت ظریف مغز قراردادن دقیق نوک قلم با اسـتفاده از روش‌هـای استریوتاکسیک ضروری است تا اطمینان حاصل شـود نمونـه بـدون ایجاد آسیب به بافت‌های اطراف جدا شده است[۱۷].

۳- نانوداروسازی‌ها

بسیاری از بیماری‌ها با مصرف داروهایی با مولکول‌هـای کوچـک یـا بزرگ درمان می‌شوند. با این حال تجویز داروها ممکن است اثرات و عوارض جانبی ایجاد کنند. بنـابراین، مـصرف بهینـه دارو بخـصوص برای داروهای تزریقی از سوی صـنعت داروسـازی و بیمـاران مـورد توجه است. فناوری نانو روشی است که بطور مستقیم و انتخـابی بـه درمان بافت و یا سلول مریض می‌پردازد؛ البتـه رفتـار نـانومواد بکـار رفته در بدن از این نقطه نظر که آیا با بدن سازگار هستند یـا خیـر، باید مورد بررسی قرار گیرد[۱۸].

۳-۱ نیازهای جامعه زیست پزشکی

نانو مواد به دلیل توانایی اثر بخشی برروی ارگان‌ها و بافت‌ها در حـد

Archive of SID

www.

سلولی و مولکولی، پتانسیل ایجاد انقلاب در صنعت دارو را دارند. در عین حال، به هم پیوند دادن ملاحظات محیطی و مهندسی نانو مواد و توسعه نانو داروها بسیار اهمیت دارد که باعث افزایش پیچیدگی تحقیقات شده است و از اوایل دهه ۱۹۸۰ الگوی تخمین ریسک توسط جامعه علمی با موفقیت برای آن به کار گرفته شده است[۱۹].

۳-۲ سیستم‌های تحویل نانو داروها

به طور کلی برای حامل‌های نانودارویی سه نسل در نظر گرفته شده است.

- حامل‌های نسل اول : نانو کره‌ها و نانوکپسول‌ها (معروف ترین و در دسترس ترین).
- حامل‌های نسل دوم : نانو ذرات پوشش داده شده با بسپارهای آب دوست مانند: پلی اتیل گلیکول PEG
- حامل‌های نسل سوم : با ترکیب کردن هسته‌های زیست تخریب پذیر[1] و پاکت‌های بسپاری با یک غشاء تشخیص لیگاند ساخته می‌شوند و هنوز هم در حال توسعه می‌باشند.

در حال حاضر پروژه‌های تحقیقاتی در سیستم‌های تحویل نانو، بر روی نسل سوم تمرکز دارند. داروهای شیمی درمانی متداول که برای از بین بردن سلول‌های سرطانی به کار می‌روند سلول‌های سالم بدن را نیز از بین می‌برند که دارای عوارض جانبی از جمله تهوع، بیماری عصبی، ریزش مو، خستگی و پایین آمدن عملکرد سیستم ایمنی هستند. نانو ذرات می‌توانند به عنوان حامل برای داروها و رساندن آن ها به تومور مورد استفاده قرار گیرند. شیمی درمانی با نانوحامل ها نسبت به شکل سنتی آن دارای مزایای زیر می‌باشند[۲۰]:

- جلوگیری از کم کیفیت شدن داروها قبل از رسیدن به هدف.
- افزایش جذب دارو به داخل تومور و سلول‌های سرطانی.
- کنترل بهتر برروی زمان بندی توزیع دارو به بافت‌ها.
- جلوگیری از واکنش با دیگر سلول‌ها و در نتیجه کاهش عوارض جانبی.

۳-۲-۱ هدف‌گیری متعامل (غیر فعال)[2]

یکی از مزایای نانوسیستم‌ها استفاده از ویژگی‌های ساختاری بافت تومور، برای هدف‌گیری غیرفعال هستند. زمانی که حجم تومور به $2\ mm^3$ یا بیشتر می‌رسد، دچار محدودیت نفوذپذیری می‌گردد. بنابراین نانو ذرات به دلیل اندازه و خواص سطحی ویژه، می‌توانند از طریق دیواره رگ‌های خونی وارد بافت‌ها شوند و یا به بافت‌های متخلخل تومورها نفوذ کرده و در آنها تجمع یابند. استراتژی دیگری که هدف‌گیری متعامل دنبال می‌کند شامل استفاده از سلول‌های مغز استخوان مانند ماکرو فاژها[3] است که نانوذرات را در محلی که درمان صورت می‌گیرد جمع و تغلیظ می‌کنند[۲۱].

۳-۲-۲ هدف‌گیری مستقیم (فعال)[4]

هدف‌گیری فعال با اتصال مولکول‌های هدف گیرنده به سامانه‌های دارورسانی این امکان را فراهم می‌کند که بتوان دارو را بصورت کاملاً اختصاصی به بافت توموری و درون سلول‌های سرطانی رساند همچنین این نکته نیز قابل ذکر است که سرعت دارو رسانی در این روش از روش قبل بیشتر است و این نوع هدف گیری با وادارکردن سلول به جذب نانو حامل ها، دارو را به داخل سلول سرطانی منتقل می‌کند. می‌توان هدف گیری فعال را با هدف گیری متعامل ترکیب کرده و واکنش دارو را با سلول‌های سالم کاهش داد. بنابراین فناوری نانو با بالابردن بهره‌وری شیمی درمانی می‌تواند به طور قابل توجهی مقدار و اندازه تومور را کاهش دهد[۲۱].

۳-۲-۳ تخریب از درون

متخصصین در حال بررسی روش‌هایی هستند تا سلول‌های سرطانی را بطور فیزیکی از درون نابود کنند. یکی از این روش‌ها استفاده از نانوپوسته‌هاست که بصورت حرارتی سلول‌ها را از درون نابود می‌کنند. نانوپوسته‌ها می‌توانند به گونه‌ای طراحی شوند که تومورهایی با طول موج مختلف را جذب و سپس تولید حرارت کنند. زمانی‌که سلول‌های سرطانی از طریق هدف گیری فعال، نانوپوسته‌ها را جذب می‌کنند، ایجاد نور مادون قرمز می‌تواند باعث تولید گرمای شدیدی در داخل تومور شود و از داخل و بصورت انتخابی سلول‌های تومور را بدون آسیب به سلول‌های سالم اطراف نابود کند[۲۱].

1. Biodegradable
2. Passive Targeting
3. Macrophages
4. Active Targeting

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۳ تجهیزات تحویل دارو

تجهیزات تحویل دارو نیز می‌توانند از فناوری نانو بهره‌مند شوند به عنوان مثال نانو پمپ یک پمپ تحویل داروی بسیار کوچک است که قادر است ترکیبات درمانی مختلفی را با نیمرخ تحویل اختصاصی انتقال دهد. دقت نانو ساخت‌ها و میکرو فناوری‌ها به گونه ای است که می‌توان تجهیزات بسیارکوچک همراه با مخازن و محرک‌ها را طراحی کرد تا رهاسازی دارو را بصورت دقیقی انجام دهند. به دلیل اندازهٔ کوچک این تجهیزات می‌توان آنها را داخل بافت‌های مختلف بدن و حتی داخل بافت مغز قرار داد[۲۲].

۳-۴ ترانوستیک[1]، تکنیک‌های ترکیبی

ظرفیت برخی نانوذرات برای حمل مواد حاجب[2] و داروها روش‌های جدیدی را برای درمان بوجود می‌آورد. یکی از این روش‌ها ترانوستیک است که به عنوان ترکیبی از درمان و تشخیص می‌تواند عملکردهای متفاوتی داشته باشد. به عنوان مثال، تصویربرداری می‌تواند هم برای ردیابی تحویل دارو در بدن به کار رود و هم برای فعال کردن رهایش دارو توسط یک محرک خارجی مورد استفاده قرار گیرد[۲۳].

ترکیبی از تشخیص در شرایط آزمایشگاهی و تصویر برداری در داخل بدن می‌تواند منجر به اختلال در تومور و یا حذف آن شود. برچسب گذاری سلول‌های تومور با نانوذرات عامل دار که به محرک‌های خارجی واکنش نشان داده و اجازه می‌دهد تا جراحی به صورت موضعی درآید (شکستن با گرم کردن به کمک لیزر، میدان مغناطیسی، ماکروویو و غیره)[۲۳].

۴- دیدگاه صنعتی

نانوپزشکی دیگر محدود به یک مفهوم علمی نبوده، بلکه بصورت یک واقعیت صنعتی درآمده است (بازاری با محصولات و دستگاه‌های مورد تایید). نانوپزشکی یک صنعت بزرگ به حساب می‌آید بطوری- که در سال ۲۰۰۴ حدود ۶/۸ میلیارد دلار فروش داشته و بیشتر از ۲۰۰ کارخانه و ۳۸ محصول در سراسر جهان بوجود آمده است. هر ساله بودجه‌ای بالغ بر ۳۸ میلیارد دلار به بخش تحقیق و توسعه فناوری نانو اختصاص داده می‌شود که با رشد صنعت نانوپزشکی انتظار می‌رود که این صنعت نیز بتواند به لحاظ اقتصادی بیشتر مورد توجه قرار گیرد[۲۴].

در زمینه برآورد بازار پذیرش برای نانوپزشکی، مطالعات اندکی انجام شده است. بیشتر این مطالعات در زمینه سیستم تحویل دارو بوده است. همچنین، مطالعه بر روی مواد زیستی به سرعت در حال رشد است و در طی سال های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ سریع‌ترین بخش کاربردی به حساب می‌آید.

اگر چه ممکن است تعداد داروهای نانو محدود باشد، اما اگر مرحله تایید آنها سپری شود در عرض چند سال وارد بازار تجاری شده و به سرعت تعداد نانوداروها افزایش می‌یابد[۲۴].

۵- جایگاه مهندسی شیمی در نانوپزشکی و نانو داروها

مهم‌ترین کاربرد مهندسی شیمی در نانو پزشکی و نانو داروسازی، استفاده از روابط انتقال جرم و مقدار حرکت، برای تعیین سرعت آزاد شدن دارو در بدن، بهینه دوز مورد استفاده و تعیین مقدار اثرهای نامطلوب جانبی می‌باشد[۲۵].

۶- نتیجه‌گیری

نانوپزشکی را می توان بصورت پزشکی توانمند شده در عرصه‌های تشخیص، درمان و یا نظارت که از فناوری نانو بهره می‌برد، تعریف نمود. از اصلی ترین زمینه‌های نانوپزشکی می‌توان به تشخیص در شرایط آزمایشگاهی و یا در داخل بدن، پزشکی احیاکننده، دستگاه‌های ایمپلنت و نانو داروسازی اشاره کرد. علی‌رغم تلاش و تحقیقات صورت گرفته، هنوز اطلاعات بسیار دقیق و اثبات شده‌ای از اثرات جانبی استفاده از نانو داروها بر سلول‌های سالم بدن در دست نیست. اما با این حال مطالعات انجام شده با ایجاد بستری تازه در مرزهای دانش، نوید برطرف شدن مشکلات کنونی و استفاده هر چه بیشتر در آینده‌ای نزدیک را می‌دهد. همچنین دانش مهندسی شیمی می‌تواند گام‌های موثری در زمینه بررسی سرعت آزاد شدن دارو، بهینه دوز مورد استفاده و اثرهای جانبی نانو داروها بردارد.

1. Theranostic
2. Contrast Agent

Archive of SID

www.

مراجع

[1] Doyle, J., "Nanotechnology in Anesthesia and Medicine", Advances in Anesthesia, V31, Issue 1, 181-200, (2013).

[2] Gaoa, Y., Xiea, J., Chena, H., Gua, S., Zhaoa, R., Shaoa, J., Jiaa, L., "Nanotechnology-based intelligent drug design for cancer metastasis treatment", Biotechnology Advances, In press, (2013).

[3] European Science Foundation, Nanomedicine, "An ESF–European Medical Research Council's (EMRC) forward look report", (2005).

[4] European Technology Platform on Nanomedicine, Nanotechnology for Health, "Vision paper and basis for a strategic research agenda for nanomedicine", EC Publication Office, September (2005).

[5] UK Royal Society and Royal Academy of Engineering, "Report on nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties", www.nanotec.org.uk, (2004).

[6] Commission of the European Communities Communication, Towards a European Strategy for Nanotechnology, EU, DG Research, Brussels, www.cordis.lu/nanotechnology, (2004).

[7] National Institutes of Health, NIH roadmap: nanomedicine, NIH, USA, http://nihroadmap.nih.gov, (2004).

[۸] حسینی، ع.، جرجندی، م.، شهیدی بنجار، غ.، عقیقی، س.، "بیوسنسورها، ابزارهای قدرتمند در ردیابی مولکول های زیستی"، چهارمین همایش ملی بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران، کرمان، (۱۳۸۴).

[9] Nanotechnology improving health care through in vitro biosensors and integrated devices and in-vivo implantable devices and medical imaging, AZo-Nanotechnology Article, http://www.azonano.com/Details.asp?ArticleID=1701#_In-vitro_Diagnostics, (2013).

[10] Kewal, J., "Applications of Nanobiotechnology in Clinical Diagnostics", Clinical Chemistry, 53:11, 2002-2009, (2007).

[11] Kobayashia, H., Brechbielb, M., "Nano-sized MRI contrast agents with dendrimer cores", Advanced Drug Delivery Reviews, V57, Issue 15, 2271–2286, (2005).

[12] Mason, C., Dunnill, P., "A brief definition of regenerative medicine", future medicine Ltd., 30 (1), 1-5, (2008).

[13] Engel, E., Michiardi, A., Navarro, M., Lacroix, D., Planell, J., "Nanotechnology in regenerative medicine: the materials side", Trends in Biotechnology, 26 (1), 39–47, (2008).

[14] Khang, D., Carpenter, J., Chun, Y., Pareta, R., Webster, T., "Nanotechnology for regenerative medicine", Biomed. Microdevices, 12(4), 575–587, (2010).

[15] Solanki, A., Kim, J., Lee, K., "Nanotechnology for regenerative medicine: nanomaterials for stem cells imaging", Nanomedicine, 3 (4), 567–578, (2008).

[۱۶] ملاعباس زاده، ح.، هاشم زاده، ب.، "استفاده از نانوسنسورها درعلم پزشکی"، اولین کنفرانس ملی علوم و فناوری نانو، (۱۳۸۹)

[۱۷] کیانی، ک.، "کاربرد نانوتکنولوژی در تشخیص و درمان سرطان"، همایش ملی نانو مواد و نانو تکنولوژی، (۱۳۸۸).

[18] Bawarski, W., Chidlowsky, E., Bharali, D., Mousa, S., "Emerging nanopharmaceuticals", Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine, V4, Issue 4, 273–282, (2008).

[19] Etheridge, M., Campbell, S., Erdman, A., Haynes, A., Wolf, Jeffrey McCullough, S., "The big picture on nanomedicine: the state of investigational and approved nanomedicine products", Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine, V9, Issue 1, 1–14, (2013).

[20] Vauthier, C., Couvreur, P., "Nanotechnologies pour la thérapie et le diagnostic", NM 4010, Les techniques de l'ingénieur, (2008).

[21] Danhier, F., Feron, O., Préat, V., "To exploit the tumor microenvironment: Passive and active tumor targeting of nanocarriers for anti-cancer drug delivery", Journal of Controlled Release, V148, Issue 2, 135–146, (2010)

[22] Debiotech: DebioSTAR™ implantable drug delivery technology for the sustained delivery of pharmaceutical compounds.

[23] Ahmed, N., Fessi, H., Elaissari, A., "Theranostic applications of nanoparticles in cancer", Drug Discovery Today, V17, Issues 17–18, 928–934, (2012)

[24] Global Industry Analysts Inc., "Nanomedicine: a global strategic business report", (2009)

[25] Murugan, E., Geetha Rani, D., Yogaraj, V., "Drug delivery investigations of quaternised poly(propylene imine) dendrimer using nimesulide as a model drug", Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, V 114, 121-129, (2014).

Archive of SID

www.SID.ir