

ЛЕКЦИЯНЫҢ ҚЫСҚА СИПАТТАМАСЫ

№11 дәріс: Медицина мен денсаулық сақтаудағы нанотехнология

Дәріс мақсаты: Нанотехнологияның медицина мен денсаулық сақтаудағы негізгі қолдану салаларын, әсіресе дәрі-дәрмек жеткізуде, диагностикада және биобейнелеуде қолдануды түсіндіру.

1. Нанотехнологияның қолданбалы салаларына кіріспе

Нанотехнология өзінің пәнаралық сипатымен ерекшеленеді және үлкен әлеуеті мен үлкен үміті бар ғылым. Жаңа ашылымдар мен серпілістердің күнделікті хабарлары адамзат қоғамының барлық аспектілеріне әсер етеді. 20 жылдан астам іргелі наноғылыми зерттеулерден және он жылдан астам бағытталған зерттеулер мен әзірлемелерден кейін нанотехнологияларды қолдану күн санап артып келеді. Нанотехнология көптеген технологиялар мен өнеркәсіп секторларын айтарлықтай жақсартуға, тіпті төңкеріс жасауға көмектеседі: ақпараттық технологиялар, энергетика, экология ғылымы, медицина, ұлттық қауіпсіздік, азық-түлік қауіпсіздігі және көлік. Нанотехнологияның көп пайдасы нақты қасиеттерге қол жеткізу үшін наноөлшемде материалдардың маңызды құрылымдарын бейімдеуге болатындығына байланысты, осылайша материалтануда жақсы қолданылатын құралдар жиынтығын кеңейтеді. Функционалдандырылған нанобөлшектердің салыстырмалы түрде аз мөлшерін қосу қасиеттерінің түбегейлі өзгеруіне әкелетін өнімдер көптеген коммерциялық технологияларда төңкеріс жасайды. Нанотехнологияны пайдалана отырып, материалдарды күштірек, жеңілірек, төзімдірек, реактивтірек, електен немесе жақсырақ электр өткізгіштерге, соның ішінде көптеген басқа қасиеттерге ие етіп жасауға болады. Өлшемі, пішіні және беттік заряды, ауданы, кеуектілігі, сонымен қатар наноматериалдардың құрамы мен құрылымы сияқты морфологиялық сипаттамалар олардың бірегей қасиеттері мен онымен байланысты қолданылуына жауапты екені қазір жақсы анықталған. «нано» немесе нанотехнология деген сөзбен танымал тұтынатын өнімдердің саны барған сайын көбейіп келеді. Тұтастай алғанда, құрамында нанотехнологиялар бар деп мәлімделген өнімдер шын мәнінде нано масштабты әсерлерді, ең алдымен интерфейсті, сондай-ақ кванттық әсерлерді пайдаланады. Бір қызығы, «нано» брендин мақтанышпен қолданатын өнімдер, мысалы, микроэлектроника, косметика, фармацевтика және тамақ өнеркәсібіндегі наноматериалдардан тұратын тұтынушылық өнімдер санының аз ғана пайызы.

МЕДИЦИНА ЖӘНЕ ДЕНСАУЛЫҚ САҚТАУ

Нанотехнологияларды медицина саласына қолдану наномедицина деп аталады. Бір қарағанда, наномедицина денсаулық сақтау, ауруларды диагностикалау және емдеу салаларында нанотехнологияларды қолданудың анағұрлым нақтыланған түрі болып табылады. Атап айтқанда, бұл қолдану саласы ауруларды диагностикалау, бақылау, емдеу және алдын алу үшін нанометрлік масштабтағы материалдар мен нано-қосылған әдістерді пайдаланады.

Оларға жүрек-қан тамырлары аурулары, қатерлі ісік, тірек-қимыл аппараты және қабыну аурулары, нейродегенеративті және психиатриялық аурулар, қант диабеті және жұқпалы

аурулар (АИТВ сияқты бактериялық және вирустық инфекциялар) жатады. Нанотехнологиялардың медициналық сектордағы әлеуетті үлесі өте кең және жаңа диагностикалық құралдарды қамтиды; бейнелеу құралдары мен әдістері; дәрілік заттарды жеткізу жүйелері және фармацевтикалық препараттар; терапия; имплантанттар; және тіндік инженерлік конструкциялар. Анықтамасы бойынша наноматериалдар наномедицинада жиі 100 нм-ден және шамамен 500 нм-ге дейін өтетін наноөлшем деңгейіндегі материалдар болып табылады. Бұл биомолекулалардың (мысалы, ақуыздар, ферменттер, ДНК) және иондық сорғы сияқты молекулалық кешендердің өлшем диапазоны. Бұл табиғи наноматериалдар үлкенірек құрамдас бөліктер болып табылады

жасушаның қызметін реттейтін иерархиялық құрылымдар. Бактериялар үлкенірек (бірнеше микрометрге дейін), бірақ олардың функциялары, соның ішінде сау жасушаларға уыттылық биомолекулалар мен қоршаған жасушалар арасындағы өзара әрекеттесуден туындайды. Негізінен, нанотехнологиялар дәрі-дәрмек жеткізу жүйелері, диагностикалық зондтар немесе тіпті тіндік инженерлік құрылымдар сияқты инженерлік материалдарды жасауға мүмкіндік береді.

биомолекулалардың өлшемдері, бұл өз кезегінде жасушалардың қызметін реттейтін масштаб. Айтпақшы, нанотехнологиялардың диагностикадан терапияға және кейінгі бақылауға дейінгі бүкіл денсаулық сақтау процесін жақсарту үшін үлкен әлеуеті бар.

- Биосенсорлар: Жалпы айтқанда, сенсор белгілі бір химиялық түрді тануға және кейбір химиялық өзгерістер арқылы ерітіндідегі осы түрдің болуын, белсенділігін немесе концентрациясын «белгілеуге» қабілетті құрылғы. «Түрлендіргіш» химиялық сигналды (мысалы, белгілі бір биомолекуланың каталитикалық белсенділігі) сандық сигналға (түстің, резонанстың, токтың, қарқындылықтың өзгеруі сияқты) түрлендіреді.

сезімталдықты анықтайды. Сезімдеу бимолекулалық тануға негізделген болса, оны биосенсор деп атайды. Сонымен қатар, сигнал беруде қолданылатын техникаға байланысты биосенсорлар оптикалық биосенсорлар, электрохимиялық биосенсорлар, массаға сезімтал биосенсорлар немесе термиялық биосенсорлар болып жіктеледі. Биосенсорлар аналитті танитын немесе қызығушылық танытатын аналиттерді ажырататын зонд ретінде жұмыс істейді. Мұндай қолданбаларда кейбір биологиялық молекулалық түрлер (мысалы, антиденелер, антигендер, рецепторлар, ферменттер, нуклеин қышқылдары) нақты уақыт режимінде құлыптау механизмі арқылы қызығушылықтың нақты нысанасын тану үшін нанобөлшектердің бетіне бекітіледі. Содан кейін зондтар түстің, массаның немесе басқа физикалық өзгерістердің өзгеруі арқылы нысананың болуы туралы сигнал береді. Биосенсорлар үшін элементтер ретінде пайдаланылатын нанобөлшектерге кванттық нүктелер (QD), металл нанобөлшектері, кремний нанобөлшектері, магниттік моншақтар және фуллерендер жатады. Басқа биосенсорлар нанокұрылымды бөлшектерді наносиевтер ретінде пайдаланады, олар арқылы зарядталған молекулалар электр өрісінде тасымалданады. Бұл жағдайда инженерлік нанокеуектері бар бөлшектер қолданылады. Көміртекті нанотүтіктер мен наноөткізгіштер де зондтау үшін қолданылады. Соңғысын жартылай өткізгіш материалдан жасауға болады және олардың өлшемі белгілі бір өткізгіштік қасиетіне ие болу үшін реттеледі. Бұл белгілі бір аналитті олардың бетінде байланыстыру мүмкіндігімен бірге тікелей, жапсырмасыз электрлік оқуды береді.

2. Дәрілік заттарды жобалау және скринингтік тексеру: Фармакология саласындағы жетістіктер екі негізгі тұжырымдамадан туындайды: дәрілік заттардың ашылуы, жаңа

биологиялық белсенді дәрілік заттардың дамуы және аурудың нақты аймағына жетуге қабілетті дәрілерді жеткізудің жаңа жүйелерін жасау. Дәрілік заттарды жеткізу жүйелері жиі қабылданатын және белсенді компонентін уақыт бойынша бірте-бірте (дәрілерді баяу босатып) шығаратын немесе кейбір физиологиялық жағдайларға (мысалы, қоршаған ортаның қышқылдығы) байланысты еритін «таблеткалар» сияқты пішінде болады. Дәрі-дәрмекті жеткізу жүйелері имплантациялар, кірістірулер немесе басқа дәрі-дәрмек шығаратын жүйелер түрінде де бар.

Биологиялық макромолекулалардың құрылымы жасушадағы нақты функцияларға делдалдық жасайтын 3D нано-ортаны анықтайды. Жаңа препараттардың дизайны осы нано-ортаны өте егжей-тегжейлі түсінуді талап етеді. Сондықтан электронды микроскопия, ЯМР спектроскопиясы және рентгендік кристаллография арқылы нано масштабтағы макромолекулалардың құрылымын түсіну биологиялық процестерді түсіну және жаңа дәрі-дәрмектерді жасау үшін түбегейлі маңызды болып табылады. Дәрілік заттарды табудағы бөтелке мойындарының бірі - ауру жағдайында мақсатты макромолекулалармен күресудегі тиімділігі үшін мыңдаған кандидаттық препараттарды скринингтің қажеттілігі. Микротехнологиялар және қазір нанотехнологиялар микромассив платформаларын және жаңа анықтау әдістерін, соның ішінде аурудың макромолекулаларына қарсы бұрын-соңды болмаған жылдамдықпен кандидаттық препараттардың әсерін зерттеуге арналған жапсырмасыз анықтауға мүмкіндік берді. Дәрілер препараттың емдік әсерін барынша арттыра отырып, жанама әсерлерді азайта алуы үшін, жеткізу жүйелерін белгілі бір реакцияны тудыру үшін мақсаттыдан әлдеқайда аз және құрамы бойынша ерекше етіп кішірейту керек. Нанотехнологияларды қолдану арқылы құрамы мен жеткізу жүйесі бойынша мақсатты препараттар шындыққа айналуда.

3. Диагностикалық кескіндеу Флуоресценттік таңбалау сияқты оптикалық бейнелеу әдістері клиникалық диагностикада кеңінен қолданылады. Дегенмен, қазіргі уақытта қолданылатын органикалық флюорофорлар фототұрақты емес және төмен қарқындылыққа ие. Сол сияқты, флуоресценция ақуыздары (яғни, жасыл флуоресценция ақуызы) немесе биолюминесценция жүйесі (яғни, люциферин/люцифераза) қолданбалары шектеулі, себебі оларды көп түсті талдауларда оңтайландыру мүмкін емес. Нанобөлшектер осы шектеулерді жеңуге көмектесті. Мысалы, кванттық нүктелер фотоағартуға және фото, химиялық және метаболикалық деградацияға төзімді. Олар жоғары кванттық кірістілікті көрсетеді және бірнеше маркерлерді бір уақытта анықтауға мүмкіндік береді. Магнитті резонансты бейнелеу (МРТ) - медицинада биологиялық оқиғаларды 3D зерттеу үшін кеңінен қолданылатын әдістің тағы бір маңызды мысалы. Дегенмен, MRI қолданбалары бейнелеу агентінің төмен концентрацияларына сезімталдығымен шектеледі. Осыған байланысты суперпарамагниттік темір оксидінің нанобөлшектері магниттік бейнелеуде контрастты арттыруда тиімді екенін дәлелдеді.

Ауруды диагностикалаудың екінші қадамы операция жасауды қажет етпей-ақ жұқтырған деп күдіктенген тірі тіндердің ішінде аурудың белгілерін іздейтін *in vivo* бейнелеуді қамтиды. Нанотехнологиялар бұл салада, әсіресе молекулалық бейнелеу агенттерін жасау арқылы өте маңызды әсер етуде.

Бейнелеу саласындағы соңғы жақсартулар кейбір арнайы биологиялық маркерлерді талдау арқылы жасушалық және молекулалық деңгейде өзгерістерді бақылау мүмкіндігімен

айналысады және әдіс «мақсатты молекулалық бейнелеу» немесе «нано-бейнелеу» деп аталады. Биомаркерлер емдеудің сәттілігінің ерте индикаторы ретінде де қолданыла алады, осылайша емдеу уақыты мен құнын азайтады.