

ЛЕКЦИЯНЫҢ ҚЫСҚА СИПАТТАМАСЫ

№15 дәріс: Нанотехнологиядағы уыттылық және экологиялық мәселелер

Дәріс мақсаты: Нанотоксикология анықтамасымен наноматериалдардың қасиеттеріне қатысты негізгі мәселелерді түсіндіру, содан кейін синтетикалық нанобөлшектердің, табиғи жинақталған нанобөлшектердің, антропогендік наноматериалдардың ықтимал уыттылық мәселелерін, сондай-ақ наноматериалдардың тыныс алу жолдарын қабылдау және тазарту, нанобөлшектерге транслокациялау сияқты негізгі транслокация әдістерін түсіндіру. лимфа жүйелері, нанобөлшектердің қан айналымы жүйесіне ауысуы, асқазан-ішек жолдарының сіңірілуі және нанобөлшектердің клиренсі.

1. Нанотехнологияның уыттылығы мен экологиялық мәселелеріне кіріспе

Болашақтың маңызды технологиясы ретінде нанотехнология қарқынды зерттеулер мен зерттеу нәтижелерін инновациялық өнімге тиімді аудару арқылы ұзақ мерзімді перспективада экономикалық дамуға оң әсер ету мүмкіндігін ұсынады. Нанотехнология өндірісті сипаттайды; тергеу; және құрылымдарды, молекулалық материалдарды және 100 нм-ден төмен кем дегенде бір критикалық өлшемі бар ішкі шекаралық беттерді қолдану. Нанометрлік диапазонның төменгі шегі ұзақ уақыт бойы мақсатты химиялық реакциялар арқылы пішінделген молекула өлшемдер ауқымымен шектеседі. Жоғарғы нанометрлік диапазон микротехнологияны қамтиды, ол да, мысалы, компьютерлік технология (интегралдық схемалар) арқылы динамикалық дамудан өтеді. Нанотехнология бұл жерде олқылықты жояды және барған сайын жұртшылық назарында. Нанотехнологияның маңыздылығы одан әрі арта түседі және жұмысшылар, тұтынушылар және қоршаған орта барған сайын әсер етеді деп күтілуде. Демек, жаңа технологияның дамуын қадағалап, мөлдір процесте мүмкіндіктер мен тәуекелдерді таразылап, оларды қалыптасқан технологиялармен байланысты мүмкіндіктер мен тәуекелдермен салыстыру қажет. Нанобөлшектер әдеттен тыс физикалық-химиялық қасиеттеріне, мысалы, кішігірім өлшемдерге, беттің көлемге қатынасының жоғары болуына, химиялық құрамға, кристалдылыққа, электрондық қасиеттерге, беттік құрылымның реактивтілігіне байланысты орган, тін, жасуша, субклетка және ақуыз деңгейлеріне жағымсыз әсер етуі мүмкін. және функционалдық топтар, бейорганикалық немесе органикалық жабындар, ерігіштік, пішін және агрегация әрекеті.

Нанотоксикология нанобөлшектердің денсаулыққа жағымсыз әсерлерін жою үшін токсикологияның жаңа саласы ретінде ұсынылды. Нанотоксикология тек қана инженерлік нанобөлшектердің және құрылымдардың уытты әсерлерін шешуі керек деген ұсыныстарға қарамастан, нанотоксикологияны да қамтуы керек.

атмосфералық бөлшектердің токсикалық әсерлері, сондай-ақ вирусология мен бактериология негіздері. Биологиялық емес бөлшектер мен вирустар мен бактериялардың денсаулыққа әсері арасында айтарлықтай айырмашылықтар болғанымен, ену мен транслокацияның маңызды ортақ аспектілері бар.

1. Нанобөлшектердің уыттылығы: адамның терісі, өкпесі және асқазан-ішек жолдары қоршаған ортамен үнемі байланыста болады. Тері әдетте бөгде заттарға тиімді тосқауыл болғанымен, өкпе мен асқазан-ішек жолдары осал. Бұл үш жол табиғи немесе антропогендік нанобөлшектердің ең ықтимал кіру нүктелері болып

табылады. Инъекциялар мен имплантациялар әсер етудің басқа ықтимал жолдары болып табылады, ең алдымен жобаланған материалдармен шектеледі. Кішігірім өлшемдерінің арқасында нанобөлшектер осы кіру порталдарынан қан айналымы және лимфа жүйелеріне, сайып келгенде, дене тіндері мен мүшелеріне ауыса алады. Кейбір нанобөлшектер, олардың құрамы мен мөлшеріне байланысты, тотығу кернеуі немесе/немесе органеллалардың зақымдануы арқылы жасушаларға қайтымсыз зақым келтіруі мүмкін. Айта кету керек, барлық нанобөлшектердің денсаулыққа бұл жағымсыз әсерлері тудырмайды, нанобөлшектердің уыттылығы әртүрлі факторларға байланысты, соның ішінде өлшемі, агрегациясы, құрамы, кристалдылығы, бетінің функционализациясы және т.б. Сонымен қатар, кез келген нанобөлшектердің ағзаға уыттылығы адамның генетикалық комплементі арқылы анықталады, ол улы заттарға бейімделуге және олармен күресуге болатын биохимиялық құралдар қорасын қамтамасыз етеді. Кейбір нанобөлшектердің әлеуетті уыттылығы туралы хабардар болуды дереу арттыру үшін нанобөлшектердің денсаулыққа ең жағымсыз әсерлері. Ингаляциялық нанобөлшектермен байланысты ауруларға астма, бронхит, эмфизема, өкпе рагы және Паркинсон және Альцгеймер аурулары сияқты нейродегенеративті аурулар жатады. Асқазан-ішек жолындағы нанобөлшектер Крон ауруы мен тоқ ішек қатерлі ісігімен байланысты болды. Қан айналымы жүйесіне енетін нанобөлшектер атеросклероздың пайда болуына және қанның ұюына, аритмияға, жүрек ауруларына және ақыр соңында жүрек өліміне байланысты. Бауыр мен көкбауыр сияқты басқа органдарға транслокация осы органдардың ауруларына әкелуі мүмкін. Кейбір нанобөлшектердің әсері жүйелі қызыл жегі, склеродермия және ревматоидты артрит сияқты аутоиммунды аурулардың пайда болуымен байланысты.

2. Нанобөлшектердің табиғи көздері: Нанобөлшектер табиғатта өте көп, өйткені олар көптеген табиғи процестерде, соның ішінде фотохимиялық реакциялар, жанартау атқылауы, орман өрттері, шаңды дауылдар, топырақ эрозиясы және өсімдіктер мен жануарлар, мысалы, төгілген тері және Шаш. Автокөліктер, өнеркәсіп және көмір жағу сияқты адам әрекеттері және жанартаулардың атқылауы мен орман өрттері сияқты табиғи оқиғалар бүкіл әлем бойынша ауа сапасына қатты әсер ететін нанобөлшектердің үлкен мөлшерін тудыруы мүмкін. Адам әрекеті нәтижесінде пайда болатын аэрозольдер жалпы мөлшерінің шамамен 10% құрайды, қалған 90% табиғи шығу тегі бар. Бұл ауқымды құбылыстар спутниктерден көрінеді және микроден нанобөлшекке дейінгі аралықтағы бөлшектер мен шаң мен күйенің ауадағы бөлшектерін шығарады. Көбінесе аэрозольдер деп аталатын атмосферада тоқтатылған ұсақ бөлшектер.

3. Антропогендік наноматериалдар: қарапайым отын жағу, пісіру, химиялық өндіріс, дәнекерлеу, кенді балқыту, көлік пен ұшақ қозғалтқыштарында жану, өңделген ұнтақ күйінде жану сияқты адам қызметінің жанама өнімдері ретінде өте көп мөлшерде наноматериалдар ежелден түзіледі. ағынды сулар шламы, электр энергиясын өндіру үшін көмір мен мазут жағу. Инженерлік нанобөлшектер болғанымен. косметика, спорт тауарлары, шиналар, даққа төзімді киімдер, күннен қорғайтын кремдер, тіс пастасы және тағамдық қоспалар үшін нарықта біраз уақыттан бері қолданылады және бұл наноматериалдар және көміртекті нанотүтіктер (CNTs) сияқты әдейі жасалған жаңа нанобөлшектердің аз ғана бөлігін құрайды. қоршаған ортаның наноматериалдары. Жасанды нанобөлшектердің саны жылына көп тонналы көміртекті қара өндіруден (автокөлік шиналары үшін) флуоресцентті кванттық нүктелердің микрограммдық мөлшеріне дейін (биологиялық бейнелеудегі маркерлер) ауытқиды.

ТЕХНИКАЛЫҚ НАНОБӨЛШЕКТЕРДІҢ ТОКСИКОЛОГИЯСЫ

1. Тыныс алу жолдарын сіңіру және тазарту: Ингаляциядан кейін нанобөлшектер мұрын мен жұтқыншақтан бастап, өкпеге дейін бүкіл тыныс алу жолында жиналады. Өкпе ауаны ішке және сыртқа тасымалдайтын тыныс жолдарынан және газ алмасу беті болып табылатын альвеолалардан тұрады. Адам өкпесінің ішкі бетінің ауданы 75-140 м² және 300 миллионға жуық альвеола бар. Өкпе олардың үлкен бетінің ауданына байланысты ингаляциялық бөлшектердің негізгі кіру қақпасы болып табылады.

2. Нанобөлшектердің лимфа жүйелеріне ауысуы: нанобөлшектердің лимфа түйіндеріне ауысуы бүгінгі күні дәрі-дәрмек жеткізу және ісіктерді бейнелеу үшін қарқынды зерттеу тақырыбы болып табылады. Көптеген қатерлі ісіктердің (өкпе, өңеш, мезотелиома және т.б.) дамуы ісік жасушаларының жергілікті лимфа түйіндеріне таралуынан көрінеді. The

анықтау және осы сайттарға мақсатты дәрі-дәрмек жеткізу ісік терапиялық емдеуге қатысты қадамдар болып табылады. Бірнеше зерттеулер көрсеткендей, интерстициалды инъекцияланған бөлшектер қан айналымы жүйесі арқылы емес, лимфа жүйесі арқылы өтеді, мүмкін өткізгіштігінің айырмашылығына байланысты. Лимфа жүйесіне енгеннен кейін олар лимфа түйіндерінде орналасады [36]. Лимфа түйіндеріне жеткен бос нанобөлшектерді тұрақты макрофагтар жұтады. Қан айналымы жүйесіне кіре алатын нанобөлшектер интерстицийге де қол жеткізе алады және сол жерден олар лимфа жүйесі арқылы лимфа түйіндеріне бос нанобөлшектерге және/немесе макрофагтардың ішіне ағызылады.

3. Нанобөлшектердің қан айналымы жүйесіне ауысуы: сау жануарлардағы ингаляциялық немесе инстиляциялық зерттеулер өлшемі 30 нм-ден аз металл нанобөлшектердің қан айналымы жүйесіне жылдам өтетінін, ал өлшемі 4 және 200 нм арасындағы металл емес нанобөлшектердің өте аз немесе мүлдем өтпейтінін көрсетеді. . Керісінше, тыныс алу және қан айналымы ауруларымен ауыратын субъектілерде металл немесе металл емес нанобөлшектерді айналымға жылдам ауыстыруға мүмкіндік беретін капиллярлардың өткізгіштігі жоғары болады.

4. Асқазан-ішек жолын қабылдау және нанобөлшектерді тазарту: Асқазан-ішек жолындағы нанобөлшектердің эндогендік көздері ішек кальцийі мен фосфат секрециясынан алынады. Экзогендік көздер тағамнан алынған титан оксиді (бояғыштар), фармацевтика, су, тіс пастасы, косметика (далап), тіс протезінің қалдықтары және ингаляциялық бөлшектер сияқты бөлшектер болып табылады. Дамыған елдерде нанобөлшектердің диеталық тұтынуы тәулігіне 1012 бөлшек/адамға бағаланады. Олар негізінен TiO₂ және аралас силикаттардан тұрады. Арнайы өнімдерді пайдалану, мысалы, TiO₂ нанобөлшегі бар ағартқыш агенті бар салат таңбасы, күнделікті орташа тұтынудың 40 еседен астам ұлғаюына әкелуі мүмкін. Бұл нанобөлшектер уақытында бұзылмайды және макрофагтарда жиналады. Шырышты эскалатор арқылы тазартылған бөлшектердің бір бөлігі кейіннен асқазан-ішек жолына түсуі мүмкін. Сондай-ақ, ингаляциялық нанобөлшектердің шағын бөлігі асқазан-ішек жолына өтетіні анықталды.