

НЕБЕЗПЕКА ТА РИЗИКИ НАНОТЕХНОЛОГІЙ ТА НАНОМАТЕРІАЛІВ

Проскученко Р.С., студент (гр. РІ-41, РТФ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)

Вступ. В усьому світі в останні 10 років включилися в гонку з просування на ринок нанотехнологій та наноматеріалів (нанорозмірних хімічних речовин). Спочатку, коли все обмежувалося переходом від мікроелектроніки до наноелектроніки, це не містило в собі таких небезпек і ризиків, як це стало з проникненням нано в фармацевтику, медицину, харчування, текстиль, косметику, тобто те, з чим стикається людина у повсякденному житті. Тут найбільший комерційний вигащ, але й найбільші потенційні ризики. З'являються все більш переконливі докази, що ця нова технологічна революція в області матеріалів представляє певну загрозу для здоров'я і безпеки людини та навколишнього середовища і може викликати в майбутньому серйозні соціальні, економічні та етичні проблеми.

Існуюча ситуація у виробництві і на ринку наноматеріалів не може бути визнана задовільною: на виробництві та в лабораторіях робота ведеться без належних заходів безпеки працівників та навколишнього середовища, споживачі нанопродукції не повною мірою поінформовані про потенційні ризики (відсутнє відповідне маркування).

Наноматеріали утилізуються і потрапляють в навколишнє середовище без системного вивчення їх впливу на природу, відсутні системи контролю, прилади спостереження і виявлення, засоби і методи їх перетворення в навколишньому середовищі.

Предметом дослідження є загальна оцінка ризиків та проблема створення механізмів контролю нанотехнологій і наноматеріалів. Розгляд вищезазначених питань буде проводитись з урахуванням вимог охорони праці.

Аналіз публікацій. Надзвичайно малі розміри (10^{-9} м) штучних, рукотворних наноматеріалів надають їм нові (потенційно і реально корисні) фізичні, хімічні і біологічні (в тому числі лікувальні) властивості; в той же час, як наслідок цього, висока реакційна здатність, рухливість, фотоактивність та інші властивості можуть сприяти їх підвищеній токсичності. Підвищену токсичність матеріалів використовують в медицині в адресній (таргетній) доставці до місць уражень, наприклад, до онкологічних пухлин, де наноматеріали проявляють свою унікальну токсичність і призводять до затримки росту або загибелі ракових клітин.

Опублікований в даний час огляд літератури [1, 2] про негативний вплив наночастинок на здоров'я людини містить лише перші дані, що стосуються їх можливої токсичності. Є спостереження, що описують зв'язок між нанорозмірними частинками, які циркулюють в атмосфері, і захворюваністю, особливо у літніх людей та осіб із зниженим імунітетом. Враховуючи подібні властивості атмосферних і штучних наночастинок, можна припустити, що останні також здатні викликати різні захворювання [3].

Основні результати дослідження. Токсичність зростає зі зменшенням розмірів частинок. Таким чином, можуть проявляти токсичність і наночастинки з матеріалів, не токсичних у звичайній формі. Навіть такі біосумісні матеріали, як кераміка і алюміній, при використанні для імплантації та протезування можуть служити джерелами наночастинок, які накопичуються у внутрішніх органах і викликають алергічні реакції та васкуліти.

Якщо випробування токсичності буде проводиться тільки на здорових організмах (експерименти з тваринами або клінічні дослідження), несприятливі ефекти можуть зустрітися у чутливої частини населення, і перевірка цього вимагає окремих випробувань.

Так, недавні дослідження показують, що деякі культури клітин, будучи піддані впливу фулеренів, виявляються неушкодженими і навіть ніяк не порушеними [4]. Клітини також виявляються не порушені в присутності наночастинок галоїдної кислоти, яка є практично у всіх рослинах. Однак, коли фулерени і галоїдна кислота присутні в клітинній культурі сумісно, вони утворюють сполуки, які прикріплюються до поверхні клітини і викликають її загибель. Наведений приклад показує, як важко виділити ефекти впливу наночастинок на організм і наскільки «прицільним» воно повинно бути, якщо ми розраховуємо на його терапевтичний ефект.

Потрапляючи в організм, наночастинки здатні пошкоджувати біомембрани, порушувати функції біомолекул, у тому числі молекул генетичного апарату клітини і клітинних органел (мітохондрій), приводячи до порушення регуляторних процесів і загибелі клітини. Механізм впливу нанооб'єктів на живі структури пов'язаний з утворенням у їх присутності вільних радикалів, у тому числі пергидратів, а також з виникненням комплексів з нуклеїновими кислотами. Ефект для живого організму проявляється у виникненні запальних процесів в окремих органах і тканинах і зниження імунітету.

Для оцінки і контролю за наноматеріалів необхідні механізми, що забезпечать відкритість їх реалізації: маркування споживчих нанотоварів, право споживача на отримання інформації про закони і захисні заходи, інформація про базу даних з проблем охорони здоров'я і безпеки.

Уряди більшості країн світу і розробники нанотехнологій рідко надають можливість громадськості і незалежним і компетентним експертам приймати участь у дискусії і в прийнятті рішень про те, як проводити «нанотехнологізацію» світу і які заходи застосовувати, щоб зробити її мирною, контрольованою, максимально безпечною у всіх відносинах. Ні в одній країні діючі законодавства не дозволяють забезпечити належний контроль за наноматеріалами. Необхідно розробити спеціальну нормативну базу, яка враховує особливості нанотехнологій і наноматеріалів. З урахуванням нових властивостей наноматеріалів і пов'язаних з ними ризиків вони повинні класифікуватися як нові речовини для цілей оцінки та регламентації [5].

Виділяють вісім основних принципів, які складають фундамент розумного і ефективного контролю і оцінки області нанотехнологій теперішнього і майбутнього [6]:

- принцип обережності;
- обов'язкове, спеціальне регламентування продукції нанотехнологій;
- охорона здоров'я і безпека населення і безпосередніх виробників (робочих);
- охорона навколишнього середовища;
- відкритість;
- участь громадськості;
- облік впливу нанотехнологій на етику, економіку, соціальну сферу;
- відповідальність виробників.

Висновки. Використання будь-якого продукту, речовини і матеріалу має ґрунтуватися на оцінці співвідношення передбачуваної користі і ймовірної шкоди при вирішенні кожної конкретної задачі і при конкретних умовах. Але, щоб вирішувати це питання для наноматеріалів, потрібно якомога активніше розвивати роботи по нанотоксикології – виявленню можливих шкідливих впливів наноб'єктів на людський організм і цілеспрямованої модифікації властивостей частинок з метою відвернення цієї шкоди при збереженні їх корисних властивостей. Це допоможе нам точно знати - які наноматеріали і є безпечні. А для небезпечних ми зможемо встановити умови і норми застосування так, щоб не завдати шкоди собі та природі навколо нас.

Науковий керівник: Гусєв А.М., к.б.н., доцент (каф. ОПЦБ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)

Література

1. Лысцов В. Н., Мурзин Н. В. // Проблемы безопасности нанотехнологий. М.: МИФИ. 2007.
2. G. Oberdorster, V. Stone, K. Donaldson // Toxicology of nanoparticles: A historical perspective, Nanotoxicology. 2007. V.1. № 16;
3. Buzea C., Blandino I.I.P., Robbie K. // Nanomaterials and nanoparticles: Source and toxicity, Biointerphases. 2007. V. 2. № 4.
4. Самсонова М. В. // Наномедицина: современные подходы к диагностике и лечению заболеваний, вопросы безопасности. Пульмонология. 2008. № 5.
5. Кричевский Г.Е. // Нанотехнологии и охрана здоровья. – 2010. – № 3. – С. 10–24.
6. Salonen E., Lin S., Reid M. L., Allegood M., Xi Wang, Rao A.M., Vattulainen I., Pu Chun Ke // Real-Time Translocation of Fullerene Reveals Cell Contraction, Small. V. 4, № 11. 2008.