

Вместе с тем, существуют данные, указывающие на нейротоксичность некоторых наночастиц. В частности, наночастицы металлов (Cu, Ag or Al, диаметром около 50-60 нм) способны вызывать ухудшение когнитивных способностей, а также изменения клеток головного мозга у здоровых животных и усугублять патологию головного мозга, вызванную общей гипертермией [Sharma, 2007].

Проблема обеспечения безопасности при терапевтическом и диагностическом применении наночастиц, проникающих через ГЭБ, требует совместных усилий физиков, химиков, клеточных биологов, нейрофизиологов и токсикологов. Обладая значительным опытом исследовательской работы в области токсикологии экстремальных физико-химических агентов (в частности, радионуклидов, а также ионизирующего излучения, испускаемого ими), сотрудники ГНЦ-ИБФ могут содействовать решению этой проблемы.

Литература

1. Ballot S. et al. – Eur J Nucl Med Mol Imaging. – V. 33. – P. 602-7 (2006).
2. Brioschi A. et al. – Neurol Res. – V. 29. – P. 324-30 (2007).
3. Gao X. et al. – J Control Release. – Jun 2, 2007.
4. Kim H.R. et al. – Cell Mol Life Sci. – V. 64 – P.356-64 (2007).
5. Kim H.R. et al. (a). – Electrophoresis. – V. 28. – P. 2252-61 (2007).
6. Kuo Y.C. et al. (b). – Int J Pharm. – V. 340. – P. 143-52. (2007)
7. Malik D.K. et al. – Curr Drug Deliv. – V. 4. – P. 141-51 (2007).
8. Petry K.G. et al. – Neurotherapeutics. – V. 4. – P. 434-42 (2007).
9. Sharma H.S. et al. – Prog Brain Res. – V. 162. – P. 245-73 (2007).
10. Szebeni J. et al. – J Liposome Res. – V. 17. – P. 107-17 (2007).
11. Tosi G. et al. – J Control Release. – May 26 2007.
12. Youssef J. et al. – Int J Pharm. – Jun 22 2007.

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ КАК НАИБОЛЕЕ ИЗВЕСТНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ И ВОЗМОЖНЫЕ ОПАСНОСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ

Дьячков П.Н.

Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Москва

Углеродные нанотрубки. В последние годы углеродные нанотрубки стали главной знаменитостью в мире материаловедения. Приставка «нано-» означает одну миллиардную часть чего-либо. Фактические нанотрубки это цилиндрические молекулы диаметром примерно от половины нанометра и длиной до нескольких микрометров. Визуально структуру нанотрубок можно представить себе так: берем графитовую плоскость, вырезаем из нее полоску и «склеиваем» из нее цилиндр. Нанотрубки демонстрируют целый спектр неожиданных свойств. Нанотрубки могут быть проводниками, полуметаллами, полупроводниками и даже сверхпроводниками. Проводимость проводящей нанотрубки не зависит ни от ее длины, ни от ее толщины. Она равна кванту проводимости – предельному значению проводимости, отвечающему свободному переносу электронов по всей длине проводника. Нанотрубки прочные материалы. Необычные электрические свойства нанотрубок делают их одним из основных материалов нанoeлектроники. На основе нанотрубок создают электронные устройства молекулярного размера. Уже созданы опытные образцы полевых транзисторов на основе нанотрубок: прикладывая запирающее напряжение в несколько Вольт, можно изменять проводимость однослойных нанотрубок на 5 порядков. Еще одно применение в нанoeлектронике – создание структур типа металл/полупроводник на стыке двух разных нанотрубок. Тогда одна часть нанотрубки может быть металлической, а другая – полупроводником. Созданы и опробованы прототипы тонких плоских дисплеев, работающих на матрице из нанотрубок. Под действием напряжения, прикладываемого к одному из концов нанотрубки, с другого конца испускают электроны, которые попадают на фосфоресцирующий экран и вызывают его свечение. Нанотрубка может

использоваться как острие сканирующего туннельного или атомного силового микроскопа. Целый класс возможных применений нанотрубок связан с заполнением их внутренних полостей теми или иными веществами. Нанотрубки можно использовать как микроскопические контейнеры для перевозки химически или биологически активных веществ. Наконец, возможно применение нанотрубок в качестве очень прочных микроскопических стержней и нитей.

Общая характеристика биологического действия наноматериалов.

Появление наноматериалов и нанотехнологий может нести с собой новую угрозу здоровью человека и окружающей среде. Производство, использование и сброс наноматериалов неизбежно приведут к их появлению в воздухе, воде, почве или организмах. Поэтому необходимы исследования их влияния на живую природу. К сожалению, о потенциальных экологических последствиях использования наноматериалов известно очень мало. Потенциальный эффект действия свободных наночастиц на здоровье людей и окружающую среду все еще не ясен.

1. Характерная для всех наноматериалов их специфическая токсичность обусловлена тем, что они имеют предельно большую удельную поверхность, а значит, высокую химическую активность, малые размеры и связанную с этим высокую способность к проникновению в организм.

2. Благодаря химически ненасыщенным связям на поверхности наноматериалов они могут образовывать прочные химические связи с биомолекулами и даже целыми клетками, нарушая их нормальное функционирование в организме.

3. Из-за наличия у наноматериалов развитой поверхности такие материалы могут вступать в качестве крайне активных катализаторов разнообразных нежелательных химических реакций в живых системах и в окружающей среде. В присутствии таких катализаторов возможно усиление токсического действия традиционных токсикантов вследствие химической трансформации последних. Важно знать, что именно вызывает эти биологическое действие – сами

наночастицы или некий каскад событий, который они запускают (катализируют). Знание механизмов токсичности позволило бы лучше понять, как избежать таких вредных эффектов.

4. Специфическая токсичность наноматериалов может быть связана с присутствующими в них примесями, контролировать наличие которых на поверхности или в объеме таких материалов очень не просто (даже инертные газы, как известно, химически связываются с нанодисперсными объектами).

5. Многие технологически значимые наноматериалы должны обладать способностью сопротивляться разрушению. Поэтому они смогут присутствовать в окружающей среде в течение долгого времени, имея, таким образом, больше возможностей для взаимодействия с живыми организмами. Процессы, способные привести к распаду наноматериалов в окружающей среде, включая возможное разложение под воздействием бактерий, практически не исследованы.

6. Очень мало известно о том, как наноматериалы могут перемещаться в окружающей среде. Самыми опасными будут одновременно мобильные и токсичные наноматериалы.

7. Риски, связанные с производством наноструктур. Кроме исследования возможного воздействия самих наноматериалов на здоровье человека и окружающую среду, необходимо обеспечить их чистое и экологически безвредное производство, а для этого требуется изучать опасность и токсичность ингредиентов, используемых в производстве наноматериалов.

8. Есть и иные аспекты проблемы. Террористы и криминалитет, получившие доступ к токсичным наноматериалам, могут нанести обществу существенный урон. Станет возможным создание новых типов оружия, которые будет очень тяжело обнаружить или нейтрализовать.

П.Н. Дьячков. *Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения.* Москва, Изд-во Биом, 2006, 293 с.