

# Биология: Нанотоксикология

Человечество с самого начала своего возникновения живет среди наночастиц, которые присутствуют в окружающей среде, в продуктах питания и т.д. Наши клетки содержат большое количество молекулярных машин – органелл клеток, наши кости построены из наночастиц гидроксилapatита... Тем не менее, с увеличением объемов промышленного производства концентрация и «ассортимент» наночастиц вокруг нас все больше и больше увеличивается и остро начинает вставать вопрос о безопасности наноматериалов и нанообъектов.

Предположите, какие физико-химические свойства наноматериалов являются наиболее важными при оценке их токсичности для человека? Обоснуйте свой ответ. (до 5 баллов).

Размер (менее 50-100 нм – проникновение через физиологические барьеры, свободная циркуляция в крови и лимфе, нечувствительность клетками иммунной системы; менее 5-10 нм – возникающая из-за высокой кривизны поверхности повышенная химическая активность, резкое изменение физических свойств и т.п.), растворимость в воде и биологических жидкостях (чем меньше – тем выше токсичность, т.к. токсичность растворимых наночастиц не отличается от токсичности обычных молекулярных растворов их компонентов), заряд (чем выше заряд – тем выше токсичность, т.к. повышается химическая активность, способность к адсорбции и способность к проникновению через физиологические барьеры наноматериалов, уменьшается способность к агрегации наночастиц), способность генерировать свободные радикалы (свободные радикалы вызывают повреждение клеток и тканей).

Каков механизм повреждения культивируемых *in vitro* живых клеток млекопитающих следующими техногенными наночастицами: а) оксида железа (III) (2 балла), б) диоксида кремния (1 балл), в) золота (2 балла), г) диоксида титана (2 балла), д) оксида алюминия (1 балл) (все наночастицы имеют примерно одинаковый размер: 20-40 нм). В каких условиях возможно повреждение клеток этими наночастицами (до 5 баллов).

а) за счет химического повреждения липидов и белков самими наночастицами и сгенерированными ими свободными радикалами, за счет денатурации белков при разогреве под воздействием переменного магнитного поля определенной частоты; б) за счет химического повреждения липидов и белков самими наночастицами и сгенерированными ими свободными радикалами; в) за счет денатурации белков при разогреве под воздействием электромагнитного излучения (650-850 нм); г) за счет химического повреждения липидов и белков самими наночастицами и сгенерированными ими свободными радикалами, за счет повреждения свободными радикалами белков и липидов при их генерации под воздействием электромагнитного излучения; д) за счет химического повреждения липидов и белков самими наночастицами и сгенерированными ими свободными радикалами.

Перечислите возможные пути попадания в организм человека наночастиц, используемых в промышленности и медицине? (до 5 баллов). При каком из этих путей попадания в организм, например, техногенных наночастиц диоксида кремния, они наиболее токсичны для человека (2 балла)?

Основными путями поступления наночастиц в организм человека являются: ингаляционный, пероральный и перкутанный (через кожу). Возможно также поступление

наночастиц в организм человека с парентерально вводимыми лекарствами и миграция из протезного материала.

Наночастицы диоксида кремния наиболее токсичны для человека при ингаляционном и парентеральном (внутривенном) введении. Сравнить токсичность при ингаляционном и внутривенном введении проблематично, т.к. в первом случае используется сухой нанопорошок, а во втором случае – водная суспензия наночастиц.

В каких органах аккумулируются наночастицы при их внутривенном введении лабораторным мышам? (до 5 баллов).

**Наночастицы (на примере наночастиц оксида титана) внутривенном введении аккумулируются в наибольшей степени в печени, в меньшей степени: в легких, почках, селезенке, сердце, половых железах, в наименьшей степени – в мозгу. В зависимости от типа наночастиц профиль их распределения может сильно изменяться.**