электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51038.

УДК 536.75:547.62

Наномедицина – современный этап развития медицины

Филипцев Д. А., Головин В. С., *студенты*
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Медико-технические информационные технологии».

Научный руководитель: Г.Н.Фадеев, д.п.н., профессор
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
gerfad@bmstu.ru

«Наномедицина – слежение, исправление, конструирование и контроль над биологическими системами человека на молекулярном уровне с использованием разработанных наноустройств и наноструктур», - такое определение дал ведущий учёный в этой области и один из четырёх исследователей института молекулярного производства Роберт Фрайтас. Совместно с Крисом Фениксом он разработал проект «Roboblood», кажущийся сейчас фантастикой, по замене крови человека на медицинских нанороботов (создание робототехнической крови) и введении в организм нанороботов, лечащих поврежденные клетки по мере необходимости. Но остановимся на будущем позже и перейдём к тем разработкам в области наномедицины, которым уже дарована жизнь: лаборатория на чипе, адресная доставка лекарств к поражённым клеткам, новые бактерицидные и противовирусные средства, диагностика заболеваний с помощью квантовых точек.

Лаборатория на чипе является поистине важным и революционным изобретением, потому что один чип размером порядка 4х4 см может заменить целый комплекс оборудования, необходимого для проведения различных анализов: установления родства, анализа ДНК/РНК, ранней диагностики онкологических заболеваний, более полного и быстрого анализа крови и др. Причем такая лаборатория не только сокращает время анализа до 15-30 минут, но и умеет анализировать до 12 различных образцов. Правда, такие устройства создаются в первую очередь для космонавтов.

Бактерицидные свойства частиц серебра давно известны как в медицине, так и в быту, но как оказалось, серебряные наночастицы – не единственные наноматериалы, пригодные для борьбы с бактериями. Учёные из Питсбургского университета недавно создали нано-катализатор, который производит углеродные нанотрубки одинакового размера и заставляет их собираться в структуру, напоминающую ковер. При добавлении к «ковру»

различных биологических агентов он меняет свой цвет – от красного до желтого. Самым удивительным оказалось то, что этим «наноковром» можно убивать различные микроорганизмы. В эксперименте на бактериях отдельные нанотрубки «ковра» проткнули их клеточные мембраны, чем вызвали гибель микроорганизмов. «Наноковер» может быть использован в качестве биологического детектора либо бактерицидной поверхности для применения в терапии, а также в фильтрах для очистки воды и воздуха.

Чтобы лекарство было эффективным, важно, чтобы его молекулы попали к нужным клеткам: антидепрессанты попали в мозг, противовоспалительные средства – в места воспалений, антираковые препараты – в опухоль и т. д. Способность молекул вещества попадать в теле пациента туда, где они необходимы, называется биологической усвояемостью, что является камнем преткновения современной фармацевтики. Один из способов улучшить ее – увеличить дозу лекарств, но многие из них токсичны, и увеличенная доза может вызвать у пациента тяжёлые последствия и даже привести к летальному исходу. Это особенно важно для противораковых препаратов, которые убивают не только больные, но и здоровые клетки. Раковые клетки обладают собственным феноменом, который заслуживает отдельного рассмотрения. Обмолвимся лишь тем, что врачи сейчас не лечат, а истребляют раковые клетки посредством операции, либо лучевой терапией, либо химиотреапией. Но последние два метода имеют довольно сильную обратную сторону медали, что порой заставляет задуматься об их активном применении. Поэтому сегодня учёными мира ведутся разработки по адресной доставке лекарства, но для этого нужно создать некое «транспортное средство». Поиск такого транспорта начался давно, и даже была составлена примерная конструкция транспортёра, который будет сам обнаруживать больную клетку и производить нужные с ней манипуляции. Например, опыты показали, что при адресной доставке лекарства в раковую клетку эффективность вещества увеличивается в 250-1000 раз, что позволяет снизить во столько же раз дозу препарата для достижения аналогичного эффекта.

Немаловажно знать, как перемещаются в организме различные вещества. Отслеживание такого перемещения позволяет определить, как распространяются и усваиваются в организме новые препараты. До недавнего времени для этой цели использовались органические красители – маркеры, подмешиваемые к исследуемому веществу. Окрашенные клетки хорошо видны, но сами красители могут быть токсичными, и для их обнаружения требуется облучение светом определенной частоты. Данную проблему удалось решить с помощью флуоресцентных квантовых точек. Эти точки дают намного более мощный отблеск света, чем традиционные красители, и обладают особым биоинертным покрытием,

которое, с одной стороны, защищает сами квантовые точки от «нападения» ферментов и других биологических молекул, а с другой – не дает возможности токсичным веществам попасть в организм, что очень важно для диагностики заболеваний. Кроме того, разные группы таких нанометок можно освещать одним общим источником.

Также квантовые точки применяются и для диагностических целей. Например, проводился опыт: квантовые точки селенида кадмия были соединены со специфическим антителом, реагирующим с поверхностью клеток раковой опухоли. Квантовые точки вводили в кровеносную систему мышей, которая разносила их по организму. Нанокристаллы попадали в опухоль и накапливались там (и практически нигде больше), в результате чего опухоль оказалась хорошо различимой визуально.

Вернёмся к рассмотрению проекта Феникса и Фрайтаса. Труд «Roboblood» представляет собой детально рассчитанный проект комплекса медицинских нанороботов, способных жить и функционировать в человеческом теле, выполняя самые разнообразные функции крови, включая циркуляцию дыхательных газов, глюкозы, гормонов, отходов, клеточных компонентов, процесс деления цитоплазмы. Впрочем, для своего наноробота ученые придумали термин – васкулоид. «Робокровь», включающая около 500 триллионов микроскопических нанороботов, общим весом примерно 2 кг, потребляет 30-200 Ватт энергии в зависимости от рода человеческой деятельности. Система соответствует форме кровеносных сосудов и может служить полной заменой естественной кровеносной системе. Проще говоря, нанороботы образуют кровеносную систему и функционируют в ней. Подразумевается, что они будут сделаны из алмазоида или другого биосовместимого материала, а биологическое питание будут получать из глюкозы и кислорода.

Фрайтас разработал несколько проектов медицинских нанороботов различного назначения. Среди них особенно интересны, например, респироциты - искусственные аналоги эритроцитов. Функциональность респироцитов во много раз превосходит природные эритроциты. Они смогут накапливать в несколько раз больше кислорода при значительно меньших размерах и энергопотреблении.

Клоттоциты – аналоги тромбоцитов, участвующие в тромбогенезе (процесс свертываемости крови). Клоттоциты будут достигать прекращения кровотечения (даже довольно обширного) за 1 секунду, в то время как для обычного тромбогенеза требуется от 5 до 17 минут. При этом концентрация искусственных тромбоцитов может быть меньше натуральных в 100 раз, то есть клоттоциты Фрайтаса в 10 000 раз эффективней своего природного аналога!

Микрофагоциты, или искусственные иммунные клетки, – аналоги лейкоцитов. Процесс фагоцитоза аналогами лейкоцитов практически ничем не будем отличаться от настоящего, однако искусственный процесс фагоцитоза будет намного быстрее и чище, продукты искусственных микрофагоцитов не будут содержать вредных для человека веществ, в отличие от биологически активных, выбрасываемых в кровь натуральными макрофагами после переработки патогенных микробов. Кроме того, искусственные фагоциты будут в 100-1000 раз меньше по объему.

Что касаемо введения медицинских нанороботов на время лечения, то опасаться того, что они могут навредить человеческому организму не надо, потому что они будут выполнять какую-то работу только по требованию врача посредством обратной связи с помощью акустических сигналов, вырабатываемых ультразвуковым передатчиком. Также, что очень важно, эти роботы не будут иметь способность к репликации, так как это могло бы навредить организму изнутри. Некоторые наноустройства способны к самоудалению из организма естественным путем. Другие будут спроектированы таким образом, чтобы позволить их удаление из тела пациента, когда механизмы завершат свою работу. Поэтому опасность того, что “устаревшие нанороботы”, оставшиеся в теле пациента, будут работать неверно, очень мала.

Медицинские нанороботы не будут обладать сильным искусственным интеллектом. Бортовые компьютеры, используемые в нанороботах, будут иметь вычислительную мощность на 4-7 порядков меньше вычислительной мощности человеческого мозга, составляющей ~1013 операций в секунду. Большей скорости вычислений для нанороботов не требуется. У бортовых компьютеров наномашин будут системы предотвращения сбоев (подобно пяти независимым бортовым компьютерам в космическом шаттле), устройства блокировки робота при сбоях и системы полной остановки при выводе роботов из тела.

Это, конечно, не все достижения и проекты наномедицины, но одни из самых перспективных. Появление на свет некоторых из них, даже по оценкам самих учёных, займут около 30-40 лет.

В заключение приведём слова уже известного нам Роберта Фрайтаса: «Хочется надеяться, что основная польза для человечества будет заключаться в том, что благодаря развитию нанотехнологий наступит эра мира, что умные, образованные, здоровые, ни в чем не нуждающиеся люди не захотят воевать друг с другом. Люди, у которых будет возможность прожить долгую полную жизнь, не станут подвергать опасности свое существование».

Список литературы

1. Биотехнология и наномедицина. Режим доступа: http://galaxy797.net/htech/nano/6/index.htm (дата обращения 15.03.2014)
2. Медицина будущего. Режим доступа: http://zdorovie.com/medicine/science/meditsina-budushhego/13178) (дата обращения 15.03.2014)
3. Что такое наномедицина? Режим доступа: http://www.hesin-tech.ru/article11.html (дата обращения 22.03.2014)
4. Свидиненко Ю. Медицинские нанороботы. Перспективы развития. Режим доступа: http://www.microbot.ru/modules/Static_Docs/data/2_Nanotechnology/Biotech/030505_svidinenko_nanomedicine/index.htm (дата обращения 22.03.2014)
5. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. М.: Символ-плюс, 2013. 436 с.