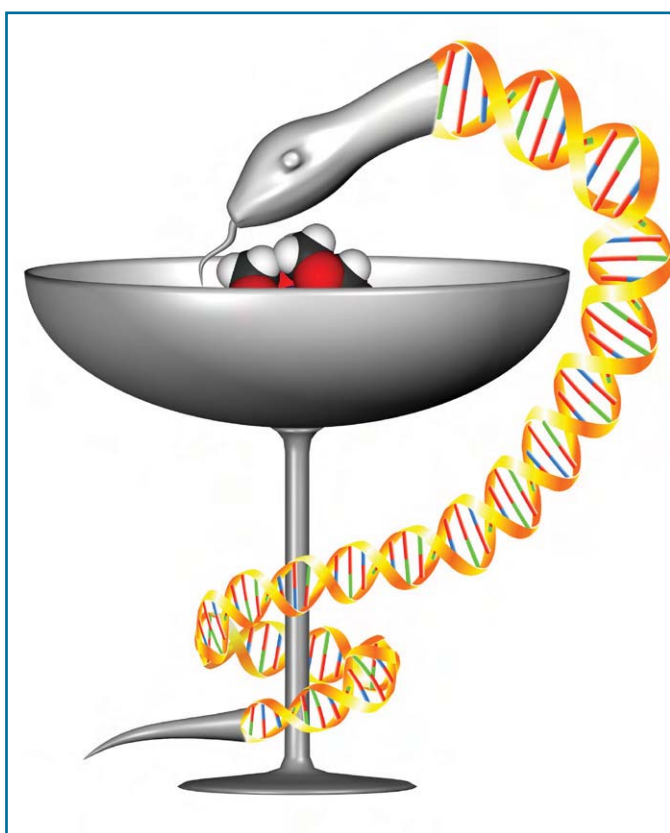


НАНОМЕДИЦИНА (Nanomedicine)

«*Medicina fructosior ars nulla*»

«Нет искусства более полезного, чем медицина»

Латинское выражение



Всем известно, что традиционная медицина включает в себя профилактику, диагностику и лечение заболеваний. Однако не каждый задумывается о том, что человеческое тело, как и любой объект природы, представляет собой сложно организованную систему. В качестве «строительных блоков» всего организма можно выделить клетки размером от 5 до 20 мкм, а если смотреть еще глубже, то и отдельные молекулы. Все протекающие в организме процессы происходят на клеточном уровне, и их знание позволяет излечить многие, если не все, заболевания

с помощью соответствующих лекарств. Однако прежде чем достигнуть своей цели, любое лекарство проходит в человеческом организме долгий путь, значительно снижающий направленность и быстроту его воздействия. Поскольку в конечном итоге объектами медицины являются клетки, то и инструменты для эффективной работы с ними должны, в идеале, иметь соответствующие размеры, а это и есть масштабы, на которых работают **нанотехнологии**.

Именно поэтому в настоящий момент постепенно происходит интеграция современной медицины и нанотехнологии, что приводит к рождению новой области знаний и практических навыков – наномедицины. Последнюю можно определить как комплекс подходов, обеспечивающих применение нанотехнологических разработок в практической медицине и здравоохранении путем наблюдения и манипулирования биологическими системами на молекулярном уровне.

Современное развитие **бионанотехнологий** уже позволяет конструировать некоторые работоспособные медицинские наносистемы. Например, устройства, действие которых основано на методе полимеразной цепной реакции (так называемые «лаборатории на чипе»), позволяющие осуществлять экспрессный комплексный анализ крови, и, в частности, определять уровень глюкозы у диабетических больных. На основе наночастиц разрабатываются разнообразные бактерицидные и противовирусные препараты, способные залечивать раны, «умные» наносисте-

мы, препараты пролонгированного действия. Но все-таки основные достижения наномедицины XXI века, несомненно, будут связаны с возможностью осуществлять специфическую доставку нанолекарств непосредственно в клетки, разработкой которой занимается такая область медицины как *нанофармакология*.

Перед наночастицами-лекарями стоит несколько последовательных задач: найти в организме клетки-мишени, доставить к ним лекарство, проникнуть внутрь клетки и выгрузить содержимое, распастся на части и покинуть организм. Исходя из поставленных задач вырисовывается качественный «портрет» наноагентов: им необходимо иметь рецепторы для направленного движения к цели, обладать способностью проходить через клеточные мембраны, высвобождать содержимое точно в нужное время и в нужном месте и, наконец, быть нетоксичными. Мишени, на которые направлены наночастицы, это, к примеру, раковые клетки или клетки, зараженные вирусом, атеросклеротические бляшки и поврежденные органы и ткани.

Высокий уровень онкологических заболеваний остается одной из самых серьезных проблем нашего времени. К сожалению, до сих пор не найдено лекарства, способного эффективно «лечить» раковые клетки, поэтому все способы борьбы связаны с обнаружением и хирургическим удалением опухоли и метастаз в сочетании с химиотерапией или воздействием убивающих клетки излучений. Все эти меры чрезвычайно вредны даже для здорового организма и применяются только потому, что обычно раковые клетки гибнут при таких воздействиях быстрее, чем здоровые. Альтернативой хирургическим методам в будущем может стать метод внутритканевой гипертермии (рис. 1). В этом методе наночастицы «находят» в человеческом организме раковые клетки, концентрируются в них и убивают их за счет разогрева безопасными дозами магнитного или (гораздо реже) микроволнового поля выше температуры 42 °С, при которой начинается происходить денатурация белков. В настоящее время исследуется возможность использования в каче-

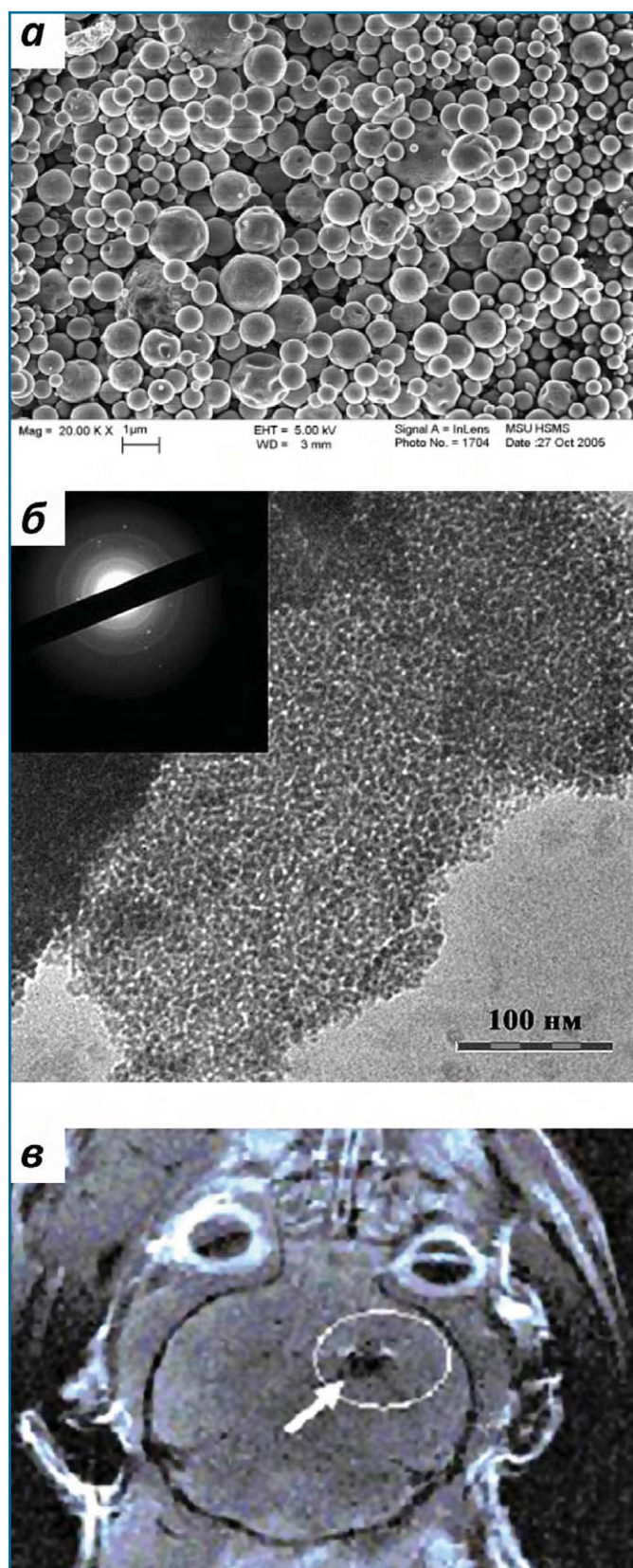
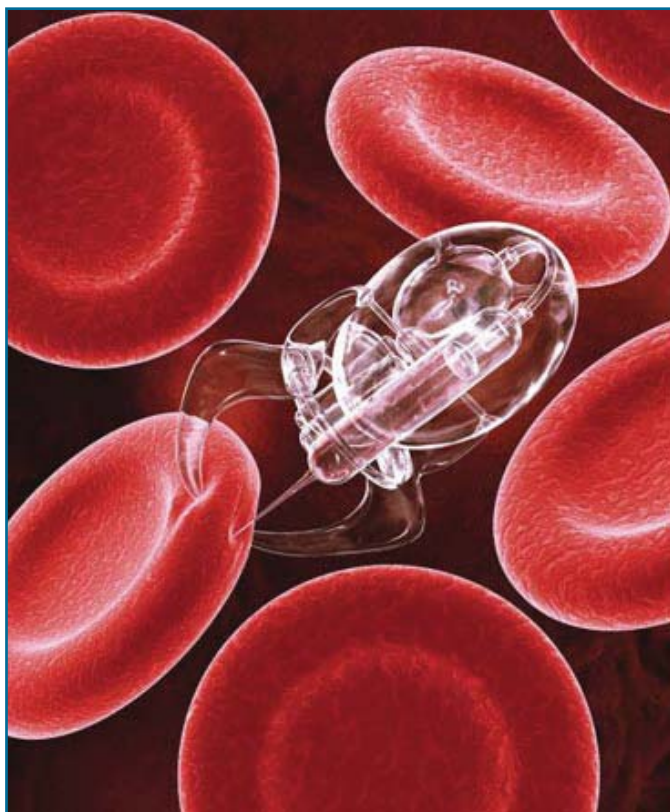


Рис. 1. Магнитные наночастицы внутри водорастворимых солевых капсул: а – внешний вид капсул, сканирующая электронная микроскопия, б – наночастицы после растворения в воде, просвечивающая электронная микроскопия, в – наночастицы в мозговой ткани мыши, магнитно-резонансная томография (ФНМ МГУ им. М.В. Ломоносова)



Нанолekarь будущего, блуждающий по кровеносной системе организма (художник Coneyl Jay)

стве таких систем биосовместимых магнитных наночастиц оксидов железа ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, Fe_3O_4 , Fe_3O_4 в оболочке золота), металлов (Fe/Pt , Fe/Co , Au). Основные вопросы, на которые надо ответить исследователям – как добиться высокой степени концентрации наночастиц в опухоли (например, с помощью антител) и как снизить побочное воздействие перегрева на здоровые ткани и органы.

Наномедицина – это медицина будущего. Несмотря на стремительное развитие нанотехнологий в последнее десятилетие, пока еще не созданы умные нанороботы – ассемблеры, которые смогут, двигаясь по кровеносной или лимфатической системам человеческого организма, преодолевать все препятствия, находить больные клетки, осуществлять их диагностику и лечение наподобие команды лучших врачей, а потом покидать организм, не нанося ему никакого вреда. Однако теоретических препятствий для появления таких роботов нет, это только вопрос времени.

Литература:

1. Could P. Materialstoday. February 2004, P. 36–43.
2. Hans M.L., Lowman A.M. Nanoparticles for drug delivery // Nanomaterials Handbook by Yury Gogotsi CRC publ., chapter 23. P. 637–664.