

1 – ФГАОУ ВПО
«Российский университет
дружбы народов», 117198,
Россия, г. Москва,
ул. Миклухо-Маклая, 6

1 – Peoples' Friendship
University of Russia, 6,
Miklukho-Maklaya str.,
Moscow, 117198, Russia

* адресат для переписки:
E-mail:
nanotechnology-rudn@yandex.ru
Тел.: 8 (499) 936 85 99

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ НАНОТЕХНОЛОГИЯ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Д.А. Бирам¹, Д.К. Смагулова^{1*}, Б. Кенич¹

Резюме. Данная статья посвящена главным аспектам развития современной индустрии нанотехнологии. Авторами рассматривается потенциал этой области, подчеркивается важность поддержки развития ее в изменяющихся условиях. Особо выделяются причины необходимости поощрения этого сегмента на российском фармацевтическом рынке, а также продвижения отечественной продукции в медицине.

Ключевые слова: нанотехнологии, нанолекарства, медицина, фармацевтика, наномедицина.

PHARMACEUTICAL NANOTECHNOLOGY AS A KEY FACTOR FOR ECONOMIC DEVELOPMENT

D.A. Biram¹, D.K. Smagulova^{1*}, B. Kenich¹

Abstract. This article focuses on important role of the nanotechnologies industry development. Authors reviewed the potential for development of this sphere. They stress the importance of this industry in the modern time. Especially they give attention to Russian market, where such production will give good results in medicine.

Keywords: nanotechnology, nanodrugs, medicine, pharmacy, nanomedicine.

ВВЕДЕНИЕ

Уровень развития современной науки в целом обязывает исследователей в области фармации и медицины к применению инновационных технологий в своей деятельности. С другой стороны, неуклонно возрастают требования к прецизионности и аналитическим возможностям оборудования и методов исследования.

К наиболее значимым направлениям научных изысканий можно отнести поиск и внедрение новых инновационных технологий в области медицинской практики и разработки лекарственных средств с заданными свойствами. В настоящее время исследователи во всем мире отмечают, что многие фундаментальные задачи, стоящие перед медицинской и фармацевтической наукой, могут быть решены с помощью нанотехнологии – стремительно развивающегося междисциплинарного научного направления.

Идеи применения нанотехнологий в медицине были упомянуты еще Ричардом Фейнманом в его знаменитой лекции «Там внизу есть много места» в 1959 году. Тогда он говорил о возможности химических манипуляций на атомарном уровне и предположил, что когда-нибудь пациент будет просто «глотать хирургическую машину»,

которая прибудет на место и все подлатает. Прошло уже более 50 лет, однако ученые все еще бьются над созданием такой универсальной «хирургической машины». Мы думаем, что, несмотря на отрицательный результат, Ричарда Фейнмана, без сомнения, впечатлило бы то, что уже сделано на сегодняшний день в данном направлении. Мир меняется все быстрее, и реальным становится многое из того, что раньше казалось фантастикой [1].

На сегодняшний день нанотехнологию можно охарактеризовать как междисциплинарную область фундаментальной и прикладной науки и техники, представляющую собой совокупность теоретического обоснования, приемов и методов, применяемых при изучении, проектировании, производстве и использовании наноструктур, устройств и систем, включающих целенаправленный контроль и модификацию формы, размера, взаимодействия и интеграции составляющих их наномасштабных элементов (около 1–100 нм) для получения объектов с новыми химическими, физическими, биологическими свойствами.

Разработки в области бионанотехнологий, в частности медицинских приложений, привели к возникновению новой отрасли – наномедицины.

СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ИНТЕГРАЦИИ НАНОТЕХНОЛОГИИ С МЕДИЦИНОЙ И ФАРМАЦИЕЙ

Современная фармацевтическая наука уже может похвастаться целым рядом успешных примеров использования достижения нанотехнологии как при создании лекарственных средств с направленной доставкой, так и при их анализе. На мировом фармацевтическом рынке намечается постоянный тренд роста инновационной научно-исследовательской активности. Заграничный рынок постоянно наполняется оригинальными лекарственными средствами, в отличие от российского рынка [2–4].

В конце XX – начале XXI вв. на основе хорошо известных лекарственных веществ созданы препараты, обладающие новыми свойствами. Традиционные лекарственные формы не обеспечивают доставку внутрь целевых клеток. Эту задачу решают наноносители, с помощью которых возможен целенаправленный транспорт в орган-мишень или ткань-мишень, что является одним из базовых элементов технологии контролируемого высвобождения лекарственного вещества [5].

В отличие от макро- и микрокапсул (размером 10–500 мкм), например желатиновых, наноносители предназначены не только для перорального, но и для внутривенного (транспорт к органам-мишеням либо длительная циркуляция в кровяном русле), внутримышечного, инъекционного введения. Кроме того, возможно ингаляционное и интраокулярное введение наноносителей, а также интра- и трансдермальная подача лекарственных веществ с их помощью. Другими немаловажными достоинствами нанопрепаратов являются снижение токсического эффекта действующего вещества, уменьшение разовой дозы и развития резистентности. С использованием ряда наноносителей можно решить проблему биодоступности малорастворимых веществ.

Следующим актуальным направлением в развитии нанотехнологий является разработка инновационных подходов в диагностике и терапии отдельной патологической клетки или их группы. Развитие этого направления займет некоторое время, оно является более перспективным. В ближайшие годы ожидается также бурное развитие биомедицинской лабораторной диагностики, которая позволит добиться ясного и более быстрого, прикроватного, тестирования целого комплекса обследований больных [2–5].

Можно привести большое число актуальных примеров изучения свойств наночастиц для лечения и профилактики заболеваний.

Обнаружено, что применение наночастиц серебра и висмута может оказаться полезным при лечении

таких заболеваний, как трофические язвы (время заживания раны сокращается в несколько раз), гнойный остеомиелит, бактериальный вагиноз, различного вида ожоги, заболевания ЛОР-органов [6].

В ряде направлений наномедицины также достигнуты существенные результаты. Это нашло отражение прежде всего в медицинском материаловедении и дезинфекции. Так, например, материалы с наночастицами серебра, обладающие антибактериальными свойствами, применяются в виде красок, бесхлорных средств дезинфекции, перевязочных материалов, лака для покрытия катетеров и т.д. [7].

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ВНЕДРЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНУ И ФАРМАЦИЮ

Об экономических аспектах исследований в области направленной доставки лекарственных веществ можно судить по ряду фактов. Известно, что подобные препараты сейчас составляют 86% от оборота в мировой наномедицине, а их разработкой и внедрением занимаются 50% фармацевтических компаний-производителей [8].

На рисунке 1 изображена диаграмма, характеризующая распределение направлений исследований, проводимых мировыми компаниями, работающими в области наномедицины.



Рисунок 1. Распределение направлений исследований, проводимых в области наномедицины по различным направлениям (в мире) [8]

Применение нанотехнологии позволяет качественно поднять эффективность многих видов медицинской деятельности. В частности, они позволяют создать материалы, обладающие повышенной биосовместимостью с кровью, живыми тканями и физиологическим раствором человеческого организма. Потребность в качественных имплантатах только для сердечно-сосудистой хирургии исчисляется 3–4 млн шт. в год. [9].

Формирование биосовместимых границ раздела медицинского материала-имплантата с живыми компонентами организма человека (кровь, плазма крови, физиологический раствор, лимфа и т.д.) требует создания морфологической структуры поверхности имплантата с такими размерами активных элементов поверхности, которые соответствуют размерам структур этих живых компонентов, т.е. в наномасштабном диапазоне. Соединение нанотехнологии и достижений генной инженерии открывает революционные возможности для регенерирования тканей. Для создания биоискусственных органов и тканей используются матрицы (носители) для клеток на основе наночастиц [10–12].

Говоря о создании новых лекарственных форм, следует отметить, что множество разработок движутся по пути конструирования наносистем, способных доставлять лекарственное средство непосредственно к клеткам-мишеням и органам. Благодаря улучшенному транспорту лекарственных средств в очаг развития патологического процесса возникает возможность добиться повышения эффективности уже существующей лекарственной терапии. Совокупный объем продаж в США разного рода лекарственных средств с системой улучшенной доставки на сегодняшний день составляет 20% от всеобщего объема рынка фармацевтических препаратов [11].

В конце 2010 года в США (Нью-Мексико) совместно с российскими нанотехнологами начато производство первых нанотитановых имплантатов для использования в стоматологии, в будущем планируется продажа нанотитановых имплантатов в России [13].

По данным Global Industry Analysts, совокупный объем мирового рынка наноструктурированных металлических материалов, из которых изготавливаются, в частности, наноимплантаты, в 2008 году составлял 28 млн долларов, а в 2010 году – 198 млн долларов, то есть за 2 года он вырос более чем в 7 раз. И к 2014–2015 годам, в соответствии с прогнозами Global Industry Analysts, эта цифра может возрасти до 1,3 млрд долларов. Такой сильный рост объема рынка обусловлен ростом спроса на использование нанобиотехнологической продукции, в частности, во всем мире возрастает потребность в заменителях живых тканей и наноструктурированных имплантатах, необходимых в таких областях медицины, как травматология, стоматология, нейрофизиология, офтальмология и прочие [9].

Эмпирический анализ экономического развития нанотехнологии, безусловно, начинается с исследования перспектив рынка. В случае нанотехнологии в целом эти перспективы сильно варьируются и зависят от конкретных целей. Здесь следует иметь в виду, что реальное положение дел нелегко оценить и прак-

тически невозможно заранее спрогнозировать. Однако история развития и внедрения нанотехнологии на медицинский и фармацевтический рынки позволяет предвосхищать очередные шаги в этом направлении. Благодаря междисциплинарному характеру и особой значимости для фармацевтики и медицины нанотехнологии могут легко опередить традиционные биотехнологии и даже достичь того уровня развития, который характерен сегодня для информационных и коммуникационных технологий. В будущем можно спрогнозировать рост числа нанотехнологических компаний [11, 14].

Рынок наномедицины в России сейчас находится на стадии зарождения и, соответственно, требует больших вложений. Однако при темпах его роста, сопоставимых с темпами роста в сфере наномедицины в ведущих странах, вложенные средства во внедрение нанотехнологических проектов будут в полной мере окуплены. Необходимо подготовить рынок к появлению новых методов лечения заболеваний, к новым, незнакомым лекарственным препаратам в связи с тем, что нанопрепараты будут обладать (а некоторые образцы уже обладают) целым рядом конкурентных преимуществ. Одним из самых существенных преимуществ будут сравнительно невысокие цены на нанопрепараты, поскольку механизм адресной доставки позволяет снизить необходимые объемы вещества в сотни раз, делая препарат дешевле обычных лекарственных препаратов [8, 11, 14].

Развитие применения нанотехнологий и наномедицины в России и его подтягивание на тот уровень, на котором на сегодняшний день находятся развитые западные страны, займет определенный период времени. За этот период необходимо провести совершенствование способов государственного регулирования, которые могли бы по крайней мере частично компенсировать недостатки рыночных механизмов [9, 10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние десять лет наблюдается экспоненциальный рост числа публикаций, посвященных новому разделу медицинских знаний – наномедицине. Этот факт свидетельствует о том, что нанотехнологии, долгое время находившиеся почти исключительно в поле зрения материаловедения, физики и химии, сейчас активно внедряются в биологию и медицину. Основными направлениями, на которых сосредоточились наномедицинские исследования, являются разработка способов направленной доставки лекарственных препаратов в поврежденные ткани, изучение диагностических подходов с использованием молекулярной визуализации, повышение чувствительности и разрешающей способности методов лабораторной диагностики. Для решения этих задач в арсенале наномедицины имеют-

ся самые различные наноматериалы – фуллерены и дендримеры, углеродные нанотрубки и нанопористые материалы, квантовые точки и наночастицы металлов. Применение наноматериалов в медицине не ограничивается решением изолированных, узких задач. Проводимые исследования отражают общую тенденцию создания многофункциональных устройств, сочетающих в себе диагностические и терапевтические возможности. В то же время наномедицина идет по пути профилизации и специализации, проникая в такие отрасли медицинской науки, как офтальмология, стоматология, травматология и ортопедия.

Внедрение новых технологий и материалов в клиническую медицину требует тщательного изучения их безопасности. На сегодняшний день сведения о безопасности многих наноматериалов недостаточны, например, применение фуллеренов в медицине весьма спорно [15]. В ближайшие годы ожидается значительное увеличение объема исследований, посвященных этой важной проблеме. Применение нанотехнологии в медицинской практике позволяет приблизиться к формированию персонализированной медицины. Концепция персонализированной медицины предполагает создание тактики лечения и профилактики на основе индивидуальных особенностей генотипа и фенотипа конкретного пациента. Существенно расширившиеся возможности молекулярной диагностики и идентификации биомаркеров, уникальных для каждого пациента, применение протеомных бионаносистем создают предпосылки для персонализации терапевтических мероприятий.

Таким образом, применение нанотехнологии в медицине и фармацевтике представляет собой пример исключительно плодотворного синтеза физических, химических и биотехнологических научных знаний, в конечном итоге способствующего повышению качества оказания медицинской помощи и улучшению состояния здоровья населения. В целом использование нанотехнологий в медицине и фармации станет решением множества проблем и неразрешенных вопросов человеческого здоровья, которые непосильны имеющейся сейчас медицине, и, на наш взгляд, нанотехнологии являются ключевым фактором экономического развития отрасли здравоохранения в России.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Г. Горохов. Нанотехнология – новая парадигма научно-технической мысли // Высшее образование сегодня. 2008. № 5. С. 36–41.
2. А.И. Марахова, В.Ю. Жилкина, О.А. Сацкевич, Я.М. Станишевский. Фармация будущего: Нанолечения и методы анализа // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2015. № 1 (10). С. 72–78.
3. Н.С. Клунко. Механизмы обеспечения инновационного развития высокотехнологичных и наукоемких производств в фармацевтическом комплексе России // Вісник НТУ «ХП». 2013. № 21(994). С. 97–10.
4. Н.В. Медведева, О.М. Ипатова, Ю.Д. Иванов, А.И. Дрожжин, А.И. Арчаков. Нанобиотехнология и наномедицина // Биомедицинская химия. 2006. Т. 52. Вып. 6. С. 529–546.
5. П. Унзикер, А.С. Сисакян. Возможности и нанотехнологии в медицине: Миф или реальность // Новый армянский медицинский журнал. 2007. Т. 1. № 1. С. 2–3.
6. И. Гольд. Нанотехнологии для медицины. URL: http://www.nanometer.ru/2007/12/27/nanomateriali_5550.html (дата обращения 23.06.2015).
7. В. Фельдблюм. «Нано» на стыке наук: нанообъекты, нанотехнологии, нанобудущее. URL: <http://narfu.ru/university/library/books/0706.pdf> (дата обращения 23.06.2015).
8. О.П. Тезикова. Технологические факторы экономического развития // Межвузовский конкурс научно-исследовательских работ студентов экономических и управленческих факультетов «Будущее экономики – 2011». 2011. С. 15. URL: <http://d.120-bal.ru/doc/16537/index.html?page=6> (дата обращения 23.06.2015).
9. Нанотехнология как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике / Под редакцией С.Ю. Глазьева, В.В. Харитоновой. – М.: Тривант, 2009. 304 с.
10. Б.П. Бармаков. Организационно-информационные и нормативно-правовые основы национальной нанотехнологической сети. – М.: Языки славянской культуры, 2012. 120 с.
11. А.И. Арчаков. Нанобиотехнологии в медицине: Нанодиагностика и нанолечения // Биомедицинская химия. 2010. Т. 56. Вып. 1. С. 7–25.
12. Нанотехнологии в медицине. URL: <http://www.science-techno.ru/nt/article/nanotekhnologii-v-meditsine/page/1> (дата обращения 23.06.2015).
13. Российская фармацевтика. URL: <http://pharmapractice.ru/31602> (дата обращения 03.08.2015).
14. Экономическое развитие нанотехнологий. URL: http://ecsocman.hse.ru/data/197/769/1223/nano_indicators.pdf (дата обращения 23.06.2015).
15. Фармацевтические компании и стремление к прибыли – Нанотехнологии. URL: <https://www.wasserklinik.com/nanotechnologie-der-pharmakonzerne/?lang=ru> (дата обращения 23.06.2015).