

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФЕНА В МЕДИЦИНЕ

Алтайский государственный медицинский университет, г. Барнаул

Муртазина Рената Ильдаровна, студентка 108 группы лечебного факультета

Гусева Анна Васильевна, старший преподаватель кафедры физики и информатики

E-mail: schannavac@mail.ru

THE USE OF GRAPHENE IN MEDICINE

Altai State Medical University, Barnaul

Murtazina Renata Ildarovna, Student of the 108th group of medical faculty

Guseva Anna Vasilyevna, Senior teacher of the Department of Physics and Computer Science

В данной статье рассмотрены возможности использования наноматериала – графена в медицине. Показано, что данный материал может считаться перспективным не только в области медицинской техники, но и в биомедицине. Также описываются последние достижения в области исследований материалов на основе графена, в основном с использованием механических и электрических свойств графена. Освещаются наиболее интересные результаты, касающиеся влияния материалов на основе графена на регенерацию нервов, костей, хрящей, скелетных мышц, сердца, кожи, жировой ткани и их влияние на стволовые клетки.

Ключевые слова: *графен, наноматериалы, медицинские сплавы, применение графена, медицинское оборудование.*

This article discusses the possibilities of using nanomaterial graphene in medicine. This material can be considered promising not only in the field of medical technology but also in biomedicine. It also describes the latest advances in graphene-based materials research, mainly using the mechanical and electrical properties of graphene. The most interesting results concerning the effect of graphene-based materials on the

regeneration of nerves, bones, cartilage, skeletal muscles, heart, skin, adipose tissue and their effect on stem cells are highlighted.

Keywords: *graphene, nanomaterials, medical alloys, graphene application, medical equipment.*

Введение

Современный этап развития человеческого общества демонстрирует ускорение научно-технического прогресса, сопровождающееся прогрессивным накоплением данных как в области теоретической науки, так и в области техники. Эти процессы способствуют открытию и дальнейшему производству перспективных материалов. Благодаря своим структурным особенностям графен обладает рядом уникальных физических свойств, таких как высокая теплопроводность и электропроводность, поддерживаемая высокой скоростью переноса электронов, высокая механическая прочность и гибкость [1]. Следовательно, графен благодаря своим специфическим свойствам может считаться перспективным для различных применений в биомедицине. Поскольку нанотехнологии получают все более широкое распространение, исследования в указанном направлении становятся практически и теоретически важными. Наряду с изучением возможных способов применения графена и других наноматериалов в медицине, также изучается безопасность его взаимодействия с человеческим организмом.

Цель исследования: рассмотрение возможных вариантов использования нового материала – графена в исследованиях.

В ходе работы мы ставили перед собой следующие задачи:

- изучить свойства графена, особенности строения, достоинства и недостатки данного материала;
- познакомиться с историей открытия графена;
- показать основные области применения данных материалов как в медицинской технике, так и непосредственно в биомедицине;
- на основе анализа источников информации сделать вывод о направлениях использования графена в сфере медицины.

Материал и методы: анализ и синтез научной литературы по поставленной проблеме.

Результаты и обсуждение

Самый простой способ описать графен – это представить его в виде одного тонкого слоя графита, представляющего собой мягкий, слоистый материал, используемый в карандашном грифеле. Графит является аллотропным элементом углерода, что означает, что он обладает теми же атомами, но они расположены по-другому, что придает материалу другие свойства. Например, и алмаз, и графит являются формами углерода, но при этом они имеют совершенно разную природу. Интересно, что когда графен выделяют из графита, он приобретает некоторые чудесные свойства. Несмотря на толщину всего в один атом, графен является одним из самых прочных материалов в мире.

До недавнего времени графен был всего лишь теорией, поскольку ученые не были уверены, удастся ли когда-нибудь разрезать графит толщиной в атом. Первый образец графена был обнаружен в 2004 году Андре Геймом и Константином Новоселовым в Манчестерском университете. Можно было бы ожидать, что они выделили легендарное вещество, используя дорогое оборудование, но инструмент, который они использовали, оказался скотчем. Очищая чешуйки графита слой за слоем, они в конечном итоге получили образец настолько тонкий, насколько это было возможно – это и был графит. Открытие было настолько странным, что научный мир поначалу отнесся к нему скептически. Популярный журнал Nature даже дважды отклонил их статью об эксперименте. В конце концов их исследование было опубликовано, и в 2010 году Гейм и Новоселов были удостоены Нобелевской премии по физике за свое открытие [2].

Применение графена открывает огромные возможности в медицине. Одно из наиболее важных применений – лечение рака. Существует предположение, что наноразмерный графен может быть использован в качестве лекарственного носителя для внутриклеточной доставки противоопухолевых химиотерапевтических препаратов *in vitro*. До сих пор нанографен с биосовместимым покрытием из полиэтиленгликоля (ПЭГ) использовался для эффективной абляции опухолей на мышинных моделях. В дополнение к этому

разрабатываемый новый микрожидкостный чип на основе оксида графена может задерживать опухолевые клетки из крови и поддерживать их рост для дальнейшего анализа. После завершения работы устройство может быть использовано для диагностики рака, а также для лечения, которое не требует биопсии, избегая дискомфорта для пациентов и риска заражения после биопсии. Основные биологические механизмы, с помощью которых раковые клетки метастазируют или распространяются в отдаленные органы, также могут быть изучены с помощью этого инновационного устройства [3].

Одним из биомедицинских применений графена является доставка лекарств. Оксид графена, полученный путем окисления графита, впервые был представлен в качестве подходящего наноносителя для доставки лекарств в 2008 году. Большая плоская структура поверхности и обогащенные кислородсодержащие группы обеспечивают биосовместимость и растворимость, именно те свойства, которые подходят для доставки лекарств в организм. Оксид графена легко позволяет прикрепляться к различным биомолекулам [4].

Также однослойные графеновые листы подходят для использования в качестве биосенсорного материала, поскольку его свойства включают высокую механическую прочность и теплопроводность. Графен может быть легко функционализирован для создания биосовместимой поверхности как за счет ковалентного, так и нековалентного соединения малых молекул. Биосенсоры, изготовленные из графена, включают ферментативные электрохимические биосенсоры, которые работают путем иммобилизации ферментов на поверхности электрода с целью обнаружения биологических молекул [5].

В условиях, связанных с устойчивостью к антибиотикам, разработка новых типов антибактериальных средств имеет жизненно важное значение. Ранние результаты, полученные при использовании бумаги из оксида графена, суспендированной вакуумной фильтрацией, показали антибактериальный эффект. В более недавнем исследовании был изучен основной механизм антибактериального эффекта, производимого графеном. Спектроскопические сигнатуры биомолекул, таких как нуклеиновые основания ДНК и белки, были проанализированы и сравнены между культурами *Escherichia coli* и *Enterococcus faecalis* с различными концентрациями оксида графена. Большая

спектроскопическая сигнатура нуклеиновых оснований и белков, полученных из культур, обработанных оксидом графена, указывает на основной механизм антибактериального эффекта [6]. Это связано с тем, что большие концентрации проанализированных биомолекул связаны с индуцированной гибелью бактерий. Исследование показывает, что методы, использующие графен, будут иметь важное значение в будущем при разработке новых антибактериальных средств в эпоху после антибиотиков.

Также стоит отметить, что графен обладает биосовместимостью с клетками млекопитающих, необходимой для использования в качестве каркасной структуры для тканевой инженерии. Специалисты оценили целесообразность включения графена в материалы, связанные с зубными имплантатами для повышения их долговечности. Это исследование стало альтернативой решению проблемы нехватки материалов, используемых при изготовлении зубных имплантатов. Цель состояла в разработке смол и композиционных материалов, включающих в свой состав графен. По результатам исследования графен был включен в качестве материала, связанного с зубными имплантатами [7]. Более поздние исследования направлены на поиск новых применений этого материала. Один из них, проведенный в Технологическом университете Чалмерса в Швеции, использовал графен для создания слоя защитной поверхности в зубных имплантатах. Это предотвратило прилипание к нему бактерий. Цель состояла в том, чтобы защитить пациента от инфекций, исключить применение антибиотиков и снизить риск отказа от лечения. Протезы, размещенные на зубных имплантатах, обработанных графеном, обладают большей прочностью, а также большей структурной стабильностью и гибкостью [8]. В дополнение к тому, что он легче и гибче. Долговечность этого лечения является приоритетом для всех стоматологов, специализирующихся в области имплантологии, а также для пациентов. Приверженность нанотехнологиям в стоматологическом секторе путем создания полимеров с графеном для биологического использования может помочь повысить успех лечения в области использования зубных имплантатов [9].

Заключение

В ходе данной исследовательской работы были рассмотрены вопросы о строении и свойствах графена, о его преимуществах и недостатках использования, а также освещены история открытия и области применения этого материала в медицине.

Раскрыв основную тему, можно сделать вывод о том, что это вещество интересно не только своим строением, но и свойствами, благодаря которым графен может применяться в самых различных областях: электронике, медицине, энергетике и других. И поскольку интерес научного сообщества к графену и по сей день остается неизменным, нам предстоит ожидать его более широкого использования в различных областях применения, а в частности в медицине. В настоящее время на основании обширного объема полученных теоретических и экспериментальных данных можно уверенно говорить о наступлении нового этапа в применении графена в медицине, прежде всего, в создании и внедрении в практику инновационных технологий нового поколения.

Список литературы:

1. Dresselhaus M.S., Araujo P.T. Perspectives on the 2010 Nobel Prize in Physics for Graphene. ASC Nano, 2010.
2. Сорокин П.Б. Полупроводниковые наноструктуры на основе графена. П.Б. Сорокин, Л.А. Чернозатонский. Успехи физических наук. 2013;183(2):113-132.
3. Superior thermal conductivity of single-layer graphene. A.A. Balandin, S. Ghosh, W. Bao et al. Nano Letters. 2008;8(3):902-907.
4. Thermal conductance and phonon transmissivity of metal-graphite interfaces. A.J. Schmidt, K.C. Collins, A.J. Minnich, G. Chen. Journal of Applied Physics. 2010;107(10):104-907, 1-5.
5. Абаев М. Графен и плазмонный резонанс для будущего медицины. Наука и жизнь. 2015.
6. Kai Yang. Graphene in Mice: Ultrahigh In Vivo Tumor Uptake and Efficient Photothermal Therapy. 2010.

7. Наноматериалы и нанотехнологии: учебное пособие. В.С. Кирчанов. Пермского национального исследовательского политехнического университета. 2016.

8. Лозовик Ю.Е. Коллективные электронные явления в графене. Ю.Е. Лозовик, С.П. Меркулова, А.А. Соколик. Успехи физических наук. Российская академия наук. 2008;178(7):757-776.

9.Елецкий А.В. Графен: методы получения и теплофизические свойства. А.В. Елецкий, И.М. Искандарова, А.А. Книжник, Д.Н. Красиков. УФН. 2011; 181:227-258.

10. Fiorillo, Marco; Verre, Andrea F.; Iliut, Maria; Peiris-Pagés, Maria; Ozsvári, Bela et al. (2015) Graphene oxide selectively targets cancer stem cells, across multiple tumor types: Implications for non-toxic cancer treatment, via “differentiation-based nano-therapy” // Oncotarget -vol. 5.

Как цитировать:

Муртазина Р.И., Гусева А.В. (2022). Использование графена в медицине. *Scientist*, 20 (2), 41-47.
