

# Создано биосовместимое нанопокрытие для имплантов из оксидов титана и цинка

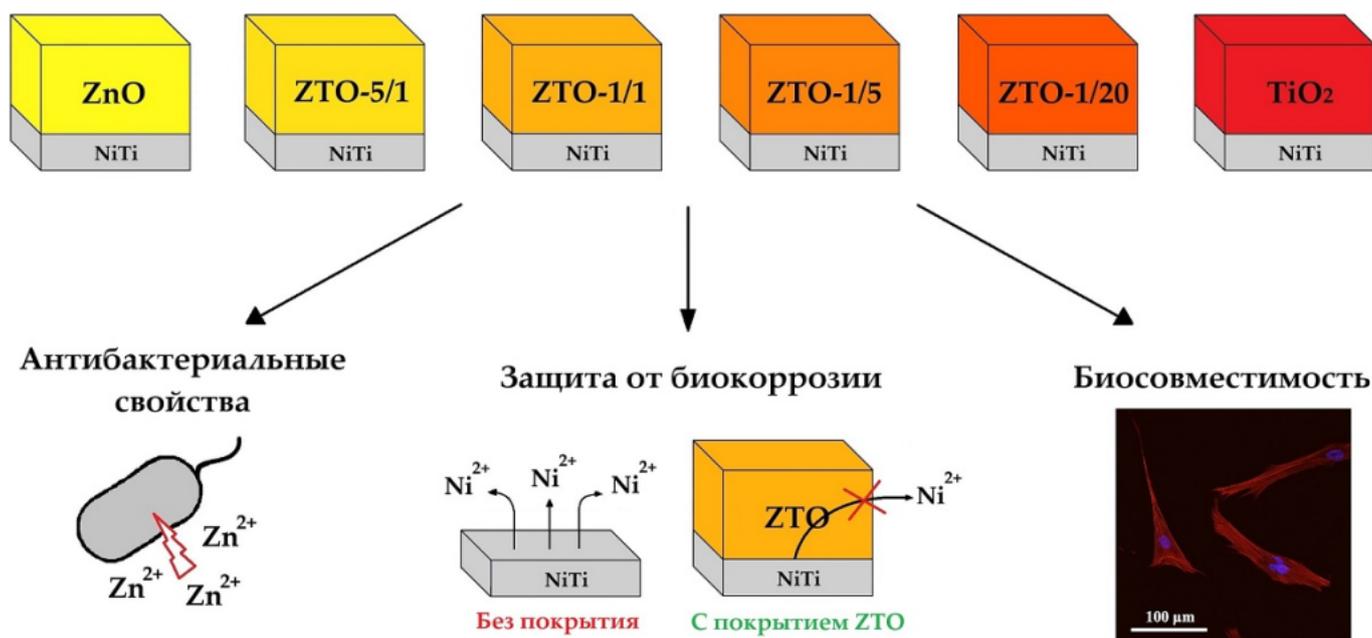
06.09.2024

***Коллектив российских исследователей, в который вошли сотрудники Института цитологии РАН (Санкт-Петербург), разработал нанопокрытие из оксидов титана и цинка, которое при нанесении на импланты из сплава титана и никеля делает их биосовместимыми, безопасными и долговечными.***

Один из важнейших вызовов при разработке современных имплантов — создание биосовместимого и при этом быстро и надёжно интегрируемого в тело металлического объекта. На данный момент все еще высок процент отторжения металлических имплантов из-за бактериального загрязнения поверхности материала и образования бактериальной биопленки в теле человека. При этом использование различных антибиотиков и активных бактерицидных материалов или покрытий в ряде случаев невозможно из-за возникающего негативного клеточного отклика организма (или цитотоксичности).

Кроме того, многие металлические материалы медицинских имплантов недостаточно стабильны при длительном функционировании из-за биокоррозии, развитие которой приводит к преждевременной потере необходимых механических характеристик или избыточному растворению материала импланта и негативным последствиям для организма.

Учёные предложили решить данную проблему с помощью нанопокровтий на основе химически стабильного и биосовместимого оксида титана и оксида цинка, обладающего антибактериальными свойствами. В качестве материала, на который целесообразно нанести такое покрытие, химики использовали нитинол. Он представляет собой сплав титана и никеля и обладает эффектом памяти формы: при нагревании материал всегда возвращается в исходную форму, независимо от того, как сильно он был деформирован.



*«Результаты исследований показали, что правильный подбор соотношения данных оксидов позволяет успешно комбинировать антибактериальные и антикоррозионные свойства с высокой степенью биосовместимости по отношению к остеобластоподобным и мезенхимальным стволовым клеткам человека»,* — рассказал первый автор исследования и руководитель гранта, старший научный сотрудник кафедры химии твёрдого тела СПбГУ Денис Назаров.

По его словам, для получения качественных покрытий важно выбрать правильный метод их синтеза, который позволит регулировать состав покрытий с высокой точностью и в широком диапазоне. Кроме того, для потенциального массового использования в будущем этот метод должен быть масштабируемым, при этом важно учитывать, что импланты могут иметь разнообразную и сложную форму, а их поверхность может быть очень шероховатой и даже пористой. В связи с этим метод получения должен позволять наносить покрытия на всю поверхность, желательно с максимальной равномерностью и однородностью. С учётом данных требований химики решили использовать метод атомно-слоевого осаждения (АСО), также известный как молекулярное наслаивание. Этот метод основан на проведении химических реакций между газообразными реагентами и поверхностью подложки.

В данном случае в качестве подложек-имплантов использовались цилиндры и диски из полученного методом 3D-печати нитинола. Сначала поверхность подложки-импланта обрабатывается парами содержащих титан и цинк реагентов, затем избыток реагентов и продукты химической реакции удаляются, после чего поверхность обрабатывается парами воды, а затем удаляется её избыток. В результате на поверхности образуется слой покрытия, не превышающий по толщине нескольких десятых нанометра. При этом процесс можно повторять многократно и наращивать покрытие необходимой толщины.

*«Благодаря тому, что получение покрытий основано на циклических процессах, можно*

получать покрытия изначально заданной толщины, меняя количество циклов, а варьируя тип и количество напусков химических реагентов, можно регулировать состав покрытий», — пояснил Денис Назаров.

Для оценки взаимодействия имплантов с различными способами обработки их поверхности с костной тканью учёные использовали клеточную линию остеосаркомы человека (MG-63) и мезенхимные клетки костного мозга эмбриона (FetMSC). Клеточные линии были получены в центре коллективного пользования «Коллекции культур клеток позвоночных» Института цитологии РАН.

*«В результате проведенного нами скрининга было выбрано несколько наиболее оптимальных вариантов обработки поверхности имплантов, которые обладали хорошими адгезивными свойствами, не вызывали цитотоксического эффекта и дополнительно оказывали остеоиндуктивное действие на клетки MG-63, что представляется крайне важным для успешной интеграции имплантов в костную ткань»,* — рассказала ведущий научный сотрудник лаборатории клеточных биотехнологий Института цитологии РАН **Наталья Юдинцева**.

Результаты исследования, поддержанного грантом РНФ, опубликованы в научном журнале [Applied Surface Science](#).

Основная часть работы была выполнена в ресурсном центре «Инновационные технологии композитных наноматериалов» Научного парка СПбГУ в рамках гранта Российского научного фонда «Разработка научных основ регулирования биокоррозии нитинола и биодеградации магниевых сплавов путём варьирования состава и структуры оксидных наноламинатов, синтезированных методом атомно-слоевого осаждения». В работе приняли участие ученые Института цитологии РАН, Санкт-Петербургского НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера и Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Источник: пресс-служба ИНЦ РАН.



[Новости Российской академии наук в Telegram →](#)