

УДК 54.03, 615.46

Биосовместимые биоразлагаемые полимерные композиционные материалы на основе полилактида и гидроксиапатита

В.А. Демина^{1,2}, Н.Г. Седуш¹, С.Н. Чвалун¹

¹Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

В травматологии и ортопедии для лечения переломов и травм широко используются металлические крепежные изделия, такие как винты, пины, штифты, спицы, пластины и др. Они позволяют зафиксировать отломки кости в правильном положении, не допустить их смещения во время роста новой костной ткани. Однако после остеосинтеза требуется повторная операция для извлечения крепежного изделия. Перспективной альтернативой для их производства являются биоразлагаемые полимеры. Крепежные изделия на их основе деградируют после сращения кости, при этом необходимо подобрать состав полимера, обеспечивающий скорость деградации близкую к скорости остеосинтеза. Благодаря этому происходит постепенное замещение крепежного изделия новой костной тканью.

Полилактид (ПЛА) – биоразлагаемый биосовместимый полимер с регулируемыми физико-химическими свойствами и сроками биодеградации. Уже несколько десятилетий он применяется для производства биомедицинских изделий, таких как хирургические нити, ожоговые и раневые повязки, скаффолды для регенеративной медицины и др. Однако по своим механическим характеристикам изделия из полилактида уступают металлическим аналогам, поэтому спектр их применения ограничен [1]. Для повышения физико-механических характеристик перспективным подходом является создание нанокomпозиционного материала с наполнителями различной природы. Основным компонентом кости служат кальций фосфаты, поэтому при получении композита целесообразно использовать в качестве наполнителя гидроксиапатит (ГА) [2]. Также он помогает поддерживать необходимый уровень pH среды, в которой идет процесс деградации изделия. Это важно, поскольку накопившиеся кислые продукты деградации могут вызвать воспаление.

Целью данной работы является получение и исследование композиционных материалов на основе полилактида, наполненного гидроксиапатитами, обладающих улучшенными физико-механическими характеристиками.

Для создания полимерных композиционных материалов были выбраны различные типы наполнителей: незамещенный гидроксиапатит, цинк-замещенный ГА, карбонат-замещенный ГА, а также гидроксиапатит с поверхностью, модифицированной полимерами.

Исходный средний размер частиц наполнителя составлял от 0,5 до 50 мкм. Композиты получали методом смешения в экструдере, степень наполнения гидроксиапатитами составляла 3, 5 и 20 %. Концентрацию ГА в полученном материале контролировали методом термогравиметрического анализа. Показано, что при добавлении 5 % ГА модуль Юнга возрастает с 1,8 до 2,5 ГПа. Методом рентгеновской микротомографии получены 3D модели образцов, имплантированных в кость. Показано, что при концентрации наполнителя 3 и 5 % гидроксиапатит распределен равномерно, тогда как при концентрации 20 % наблюдаются агломераты частиц.

Таким образом, методом смешения в экструдере получены и охарактеризованы композиционные материалы на основе полилактида с улучшенными физико-механическими характеристиками. Новые материалы перспективны для изготовления биоразлагаемых крепежных изделий для остеосинтеза.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (Уникальный идентификатор проекта RFMEFI60414X0081).

Литература

1. *Гуль В.Е., Кулезнев В.Н.* Структура и механические свойства полимеров. – М.: Лабиринт, 1994. – 367 с.
2. *Баринев С.М., Комлев В.С.* Биокерамика на основе фосфатов кальция. – М.: Наука, 2005. – 204 с.