

УДК 615.46(075.8)

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ БИМЕДИЦИНСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРНОГО НИКЕЛИДА ТИТАНА

Анастасия Алексеевна Колмакова

Магистр 2 года

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель: А.Г. Колмаков

доктор технических наук, член-корреспондент РАН

Материал разработан для медицинских изделий типа стент и кава-фильтр, используемых в малоинвазивной хирургии для устранения непроходимости участков различных систем человеческого организма. Представленные на рынке варианты имплантатов от разных производителей не полностью удовлетворяют потребителей, так как все еще не решены до конца проблемы послеоперационного периода. Из-за недостаточной биосовместимости используемых материалов существуют риски развития осложнений, таких как аллергическая реакция, воспаление, рестеноз, тромбоз и др. Наиболее широко на рынке представлены модели имплантатов, выполненные из нержавеющей стали и микроструктурного никелида титана. Однако их коррозионная стойкость недостаточна. Для снижения рисков отторжения имплантаты покрывают лекарственным слоем из биосовместимых полимеров, однако при этом не решается проблема тромбоза[1].

Разработанный композиционный материал представляет наноструктурный никелид титана с покрытием из полилактида с гепарином, прямым антикоагулянтом. Наноструктурный никелид титана имеет выход ионов никеля в 2-3 раза меньше, по сравнению с обычным нитинолом[2,3].

При получении возможен контроль различных параметров поверхностного слоя для достижения необходимого времени биодеградации и локальной доставки лекарства. За счет получения покрытия с различными параметрами (толщины, молекулярной массы) можно регулировать время биодеградации. За счет биодеградации полилактида обеспечивается доставка лекарства локально, в нужной концентрации для предотвращения негативных реакций тканей на имплантат. Гепарина позволит устранить риск тромбообразования. Материал соответствует требованиям, предъявляемым к биоматериалам, внедряемым в человеческий организм: нетоксичность, антибактериальность, биосовместимость, отличные механические свойства.

Все используемые в работе образцы поверхностей материалов не оказывали краткосрочного токсического действия на клетки, обрастающие эти поверхности *de novo*. Цитотоксический тест полученного композиционного материала «никелид титана-полилактид-лекарственное средство» показал, что исследуемые образцы достоверного токсического действия на культуру диплоидных дермальных фибробластов человека ($p > 0.05$) не оказывают. Число живых клеток в опытных культурах составляло 95–98 % относительно контрольных.

Была изучена структура и механические свойства композиционного материала NiTi - полилактид с гепарином. Для композиционного материала NiTi – полилактид – гепарин 1% после одного 1 окунания значения относительного предела текучести и предела прочности составили $\sigma_{0,2} = 487,5 \pm 5$ МПа и $\sigma_b = 1400 \pm 6$ МПа соответственно, относительное удлинение составило $17,2 \pm 0,7\%$.

Литература

1. *Насакина Е. О., Севостьянов М. А., Гольдберг М. А., Демин К. Ю., Баикин А. С., Гончаренко Б. А., Черкасов В. А., Колмаков А. Г., Заболотный В. Т.* Долгосрочные коррозионные испытания наноструктурного нитинола состава (Ni-55,91 вес %, Ti-44,03 вес %) в статических условиях. Состав и структура до и после коррозии // *Материаловедение*, 2014. №8. С. 40-45
2. *Лотков А. И, Матвеева В. Г., Антонова Л. В., Кашин О. А., Кудряшов А. Н.* //Основные направления модификации поверхности металлических эндоваскулярных стентов в решении проблемы рестенозов/ *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*, 2017.
3. *Baikin A.S., Kaplan M.A., Shatova L.A., Tsareva A.M., Kolmakova A.A., Danilova E.A., Tishurova Ya.A., Bunkin N.F., Gudkov S.V., Belosludtsev K.N., Glinushkin A.P., Kolmakov A.G., Sevostyanov M.A.* Development of a Biocompatible and Biodegradable Polymer Capable of Long-Term Release of Biologically Active Substances for Medicine and Agriculture // *Doklady Chemistry*, 2019. Vol.489. P.261–263. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0012500819110041>