

Танальский Д. В.

*Гомельский государственный медицинский университет,
Беларусь*

Осипов В. А.

*Гомельский государственный медицинский университет,
Беларусь*

Сухая Г. Н.

*Гомельский государственный медицинский университет,
Беларусь*

Ярмоленко М. А.

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
Беларусь*

Рогачев А. А.

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
Беларусь*

Рогачев А. В.

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
Беларусь*

БИОСОВМЕСТИМЫЕ ПЛЕНОЧНЫЕ НАНОРАЗМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИМПЛАНТАТОВ ОТ МИКРОБНОЙ КОЛОНИЗАЦИИ

Бактериальные инфекции являются серьезными осложнениями при использовании имплантатов в травматологии и ортопедии. Одним из вариантов решения проблемы является нанесение на поверхности имплантатов антибактериальных покрытий, препятствующих адгезии бактерий и формированию микробных биопленок в месте имплантации и сохраняющих свой антибактериальный эффект в течение всего срока нахождения имплантата в организме.

Цель исследования — определить выраженность и длительность антибактериальной активности наноструктурных композиционных покрытий.

Материалы и методы. В качестве исходных полимеров для синтеза композиционных покрытий использовали полиуретан (ПУ) и полилактид (ПЛ). Исходными антибактериальными веществами были ципрофлоксацин (ЦФ) и хлорид серебра (ХС). Антибактериальные покрытия формировали на титановых пластинах размером $50 \times 50 \times 1$ мм в вакууме из активной газовой фазы, образованной продуктами электронно-лучевого диспергирования смеси порошков полимера, ХС и антибиотика. Сформированные слои представляют собой полимерную матрицу с распределенными внутри нее частицами серебра размером 20–50 нм. Толщина покрытия 150–300 нм. Состав антибактериальных покрытий и их обозначения: 1) ЦФ–ПЛ (покрытие на основе ципрофлоксацина и полилактида, с массовым соотношением компонент в исходной смеси 1 : 9); 2) ЦФ–ПУ (покрытие на основе ципрофлоксацина и полиуретана, 1 : 9); 3) ХС–ПУ (покрытие на основе хлорида серебра и полиуретана, 1 : 3); 4) ХС–ПЛ (покрытие на основе хлорида серебра и полилактида, 1 : 3); 5) ХС–ПУ–ПЛ (покрытие на основе хлорида серебра, полиуре-

тана и полилактида, 2 : 3 : 3); 6) ЦФ–ХС–ПУ–ПЛ (покрытие на основе ципрофлоксацина, хлорида серебра, полиуретана и полилактида, 1 : 2 : 3 : 3). Оценка поверхностной бактерицидной активности в отношении *E. coli* ATCC 25922 проведена в соответствии с Японским промышленным стандартом JIS Z 2801: 2000. Уровень антибактериальной активности R рассчитывали по уравнению:

$$R = \lg (N_{\text{K}}/N_{\text{T}}),$$

где N_{K} и N_{T} — среднее количество микробных клеток для серии контрольных и опытных образцов соответственно.

Устойчивость покрытий к механическим воздействиям оценивали путем сравнения величин бактерицидной активности, определенных до и после абразивной обработки. В качестве абразива использовали наполнитель для галтовки ОТЕС Н0/050 (ОТЕС, Германия) с размером гранул 2,4–4,0 мм. Продолжительность абразивной обработки варьировалась от 1 до 14 суток.

Результаты и обсуждение. При определении поверхностной бактерицидной активности для покрытий ЦФ–ПЛ, ЦФ–ХС–ПУ–ПЛ, ХС–ПЛ, ЦФ–ПУ уровень антибактериальной активности R составил более 2,6 (полное отсутствие роста колоний тест-культуры), для покрытий ХС–ПУ и ХС–ПУ–ПЛ — соответственно 1,86 и 2,12 (рост единичных колоний). Все покрытия сохраняли свою поверхностную бактерицидную активность после 24 часов отмывки в присутствии абразива, для покрытий ЦФ–ПЛ, ЦФ–ПУ и ЦФ–ХС–ПУ–ПЛ антибактериальный эффект на уровне не менее 95 % от исходного определялся даже после 14 суток обработки в абразивной среде.

Заключение. Полученные экспериментальные данные позволили предложить составы тонких пленочных композиционных наноструктурных покрытий для титановых имплантатов, обладающие длительным бактерицидным эффектом. Синтезированное покрытие ЦФ–ХС–ПУ–ПЛ обладает выраженным антибактериальным эффектом, длительно сохраняющимся при действии абразивной среды. Особенностью данного покрытия является способность длительно поддерживать высокие бактерицидные концентрации антибактериальных добавок в зоне, примыкающей к введенному имплантату.