

*С. П. РУБНИКОВИЧ¹, Я. И. МИРОНОВИЧ¹, В. О. САПОЖНИКОВ², Д. П. ТОКАЛЬЧИК²,
Н. С. СЕРДЮЧЕНКО¹*

ГИАЛУРОНОВАЯ КИСЛОТА КАК ТЕСТ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ БИОСОВМЕСТИМОСТИ ОБРАЗЦОВ ОКСИДА ТИТАНА

*¹ Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

*² Государственное научное учреждение «Институт физиологии Национальной академии наук
Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь*

Актуальность. Гиалуроновая кислота (ГК) в качестве молекулы внеклеточного матрикса присутствует в большинстве тканей. Синовиальная жидкость, кожа, пуповина и стекловидное тело глаза богаты содержанием ГК [Laurent, T.C. et al., 1970]. В физиологических условиях практически все молекулы ГК существуют в виде их солей – гиалуронатов, таких как гиалуронат натрия. Изделия медицинского назначения часто соприкасаются с жидкостями внутренней среды организма, а имплантационный материал может быть размещен в непосредственном контакте с синовиальной жидкостью. ГК обладает способностью удерживать воду во внеклеточном матриксе, благодаря своей полярной природе. Для оценки качества имплантационного материала, образцы помещают в изотонический физиологический раствор натрия хлорида 0,9 % и длительно инкубируют при температуре 37°C, отмечая наличие признаков изменения структуры, прочности, формирования оксидов и др. [ГОСТ Р ИСО 5832-2—2020]. Самыми распространёнными и хорошо зарекомендовавшими в клинической практике являются импланты из титана и его сплавов.

ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
« ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ НАУКИ – МЕДИЦИНЕ »

Цель. Изучить физические параметры экспериментального имплантационного материала на основе сплава Ti-6Al-4V с гладкой поверхностью или пористой структурой в гиалуронате натрия 1 %.

Материалы и методы исследования. Титановые образцы были получены с применением аддитивных технологий с предварительным моделированием. Пористая структура и размер пор был смоделирован и апробирован в ранее проведенных экспериментальных исследованиях [Deering J. et al., 2021].

Исследовали титановые образцы пористостью 31 % и размером ячеек 150–350 мкм (n=5); пористостью 40 % и размером ячеек 300–500 мкм (n=5); пористостью 55 % и размером ячеек 300–500 мкм (n=5); и цельные (n=3). Выполнили измерения вольт-амперных характеристик (Keithley 2400 Standard Series SMU) и рассчитали удельную электропроводность образцов. Для оценки физических параметров использовали спектрофотометр Solar CM 2203. В качестве нулевой линии использовали гиалуронат натрия 1 % (раствор инъекционный ГИАЛ-ИН, натрия гиалуронат, 25 мг/2,5 мл, стерильный, произведен по ТУ ВУ 291274490.003-2016 ООО «ГиалСин Технолоджи», Республика Беларусь). Инкубировали образцы при температуре 37°C в течение четырех суток. На каждые сутки забирали образцы жидкости и анализировали в спектрофотометре. Перед анализом вязкую гиалуроновую кислоту размешивали с применением магнитной мешалки.

Результаты. Удельная электропроводность титановых имплантов с пористостью 31 % составила 0,13 МСм/м; для пористости 40 % – 0,14 МСм/м; для пористости 55 % – 0,17 МСм/м; для цельного титанового образца – 0,62 МСм/м. Для пористых титановых имплантов характерна более низкая электропроводность по сравнению со многими металлами. Известно, что чем ниже величина удельной электропроводности, тем более биосовместимым является материал. Это связано с действием возникающих электрических полей на клетки крови. При воздействии электрического поля на клетки может происходить вращение, изменение ориентации клеток, образование агрегатов в виде цепочек, электрофоретическое и диэлектрофоретическое перемещение клеток в среде, электроосмотическое движение жидкой фазы. Таким образом, пористые импланты (31 %) обладают наименьшей удельной электропроводностью и потенциально лучшей биосовместимостью.

По данным литературы, материалы, состоящие из диоксида титана, поглощают в ультрафиолетовой области, порядка 190–350 нм. При изучении полученных сравнительных спектров поглощения в гиалуронате натрия 1 % было обнаружено, что растворы с образцами с пористостью 55 % и размером ячеек 300–500 мкм имеют наиболее выраженные пики в области поглощения диоксида титана на первые и четвертые сутки инкубирования. Проанализировав полученные данные, сделали вывод о том, что все образцы, кроме имеющих пористость 31 % и размер ячеек 150–350 мкм, не подходят в качестве имплантов, так как установлен факт выделения в среду частиц диоксида, что является нежелательным для организма.

Заключение. По итогам оценки физических параметров образцов пористого материала из сплава титана Ti-6Al-4V, предназначенных для целей имплантации установлена низкая удельная электропроводность для образцов, имеющих пористость 31 %. В ходе изучения спектров поглощения диоксида титана в гиалуроновой кислоте также продемонстрирована большая биосовместимость для образцов, имеющих пористость 31 %. Таким образом, помимо стандартного инкубирования в физиологическом растворе и применение раствора гиалуроната натрия 1 % является перспективным к дальнейшему применению. Результаты будут верифицированы после изучения в имплантационных тестах *in vivo*.