

Модуляция уровня цитозольного кальция и редокс-баланса в остеобласто- и макрофагоподобных клетках под влиянием кальций-фосфатных соединений, полученных низкотемпературным синтезом

Научный руководитель – Минайчев Владислав Валентинович

Агибалов Кирилл Андреевич

Студент (бакалавр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биотехнологический факультет, Москва, Россия

E-mail: kir.agibaloff@yandex.ru

Материалы на основе кальций-фосфатных соединений (КФС) используются для регенерации костной ткани, модулируя состояние клеток кости и врожденного иммунитета в ходе этого процесса. Особый интерес представляют КФС, полученные низкотемпературным синтезом, как прекурсоры нативного гидроксиапатита. Успешная интеграция биоматериалов зависит от их взаимодействия с клеточным микроокружением. Поскольку гомеостаз цитозольного Ca^{2+} и баланс активных форм кислорода (АФК) играют ключевую роль в воспалительном ответе и остеогенной дифференцировке, целью работы было изучение влияния КФС на эти параметры в стандартных (С.У.) и провоспалительных (В.У.) условиях *in vitro*.

Были исследованы КФС, синтезированные методом низкотемпературной химической трансформации в Институте металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН: дикальцийфосфат дигидрат (ДКФД), октакальциевый фосфат (ОКФ) и ОКФ, допированный ионами Sr (ОКФ-Sr). Эксперименты проводили на клеточных линиях остеосаркомы человека MG-63 и макрофагоподобных клетках RAW 264.7. Клетки культивировали с КФС (1 мг/мл) (72 ч) в С.У. и В.У., которые моделировали добавлением ЛПС (10 мкг/мл) в культуральную среду. Уровни Ca^{2+} , и АФК оценивали помощью флуоресцентных красителей на планшетном спектрофлуориметре.

Результаты показали клеточно-специфический эффект. В клетках MG-63 все КФС повышали уровень Ca^{2+} в С.У., при этом ОКФ-Sr вызывал менее выраженное увеличение. В В.У. также происходило повышение уровня Ca^{2+} , действие ОКФ и ОКФ-Sr было сходным, ДКФД — слабее. Уровень Ca^{2+} в В.У. был ниже, чем в С.У. Все КФС повышали уровень АФК в MG-63 как в С.У., так и в В.У., причем в В.У. рост был более выраженным. В клетках RAW 264.7 в С.У. ДКФД и ОКФ повышали Ca^{2+} , тогда как ОКФ-Sr его снижал. В В.У. базовый уровень Ca^{2+} также был ниже. Относительно ЛПС-контроля ДКФД резко повышал уровень Ca^{2+} , ОКФ-Sr — умеренно, а ОКФ не влиял на него. В С.У. ДКФД и ОКФ незначительно снижали АФК, в В.У. КФС на уровень АФК не влияли.

Таким образом, ДКФД обладает наиболее выраженным кальциймобилизующим действием, особенно в макрофагоподобных клетках в В.У., что может сопровождаться более активной клеточной реакцией. ОКФ демонстрирует умеренный эффект без усиления окислительного стресса. ОКФ-Sr характеризуется наиболее сбалансированным профилем, обеспечивая повышение цитозольного Ca^{2+} в остеобластах при менее выраженном воздействии на макрофаги и без стимуляции продукции АФК. Это делает ОКФ-Sr наиболее перспективным материалом для поддержания остеогенной активности при минимизации воспалительного ответа.

Работа выполнена при финансовой поддержке фонда РНФ в рамках проекта № 21-73-20251-П «Влияние структурных и фазовых трансформаций кальцийфосфатных соединений на механизмы биоинтеграции или отторжения материалов, предназначенных для

регенерации костной ткани» с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Структурно-функциональные исследования биосистем» ИТЭБ РАН.