

МОРФОГЕНЕЗ ОСТЕОИДНЫХ СТРУКТУР ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ МЕЗЕНХИМНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ КЛЕТОК НА ФИБРИЛЛЯРНОМ КОЛЛАГЕНЕ В ПРИСУТСТВИИ СИЛИКОАЛЮМОФОСФАТА

© 2021 г. А. А. Гайдаш^{1, *}, М. И. Блинова², С. А. Александрова², Ю. А. Нашекина², В. К. Крутько¹, О. Н. Мусская¹, К. В. Скряцкая³, А. В. Нашекин⁴, Н. А. Михайлова², А. И. Кулак¹

¹Институт общей и неорганической химии НАН Белоруссии, Минск, 220072 Белоруссия

²Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург, 194064 Россия

³Научно-исследовательский институт физико-химических проблем Белорусского государственного университета, Минск, 220006 Белоруссия

⁴Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, 194021 Россия

*E-mail: aljack880@gmail.com

Поступила в редакцию 01.06.2021 г.

После доработки 22.06.2021 г.

Принята к публикации 01.07.2021 г.

Изучено влияние стеклокристаллического материала “Биосит-Ср Элкор” на ранние стадии морфогенеза остеοидных структур в культурах мезенхимных стромальных клеток костного мозга. Максимальный срок культивирования 28 сут. Морфологические исследования выполнены с применением сканирующей электронной микроскопии. Установлено, что силикоалюмофосфат ускоряет образование остеοидных структур, усиливает синтез, компактизацию и минерализацию фибриллярного коллагена, активирует матриксные везикулы путем гиперплазии, гипертрофии и экскреции. В ходе культивирования стеклокристаллический материал частично растворяется и распадается, в питательную среду выходят химические агенты, обладающие сшивающими, поверхностно-активными и минерализующими свойствами. За счет действия поверхностно-активных агентов компактизированные коллагеновые волокна расправляются и перфорируются с формированием гаверсифицированных пластинчатых структур – структурных предшественников костных пластинок. Минерализующее действие опосредуется усилением гомо- и гетерогенной нуклеации кальцийфосфатов, отложением минеральных конкреций в дифференцирующихся клетках и в волокнах коллагеновой подложки, что ускоряет инволюцию клеточной культуры. Сделано заключение, что стеклокристаллический материал Биосит-Ср Элкор оказывает стимулирующее влияние на ранние стадии остеогенеза в условиях *in vitro*.

Ключевые слова: мезенхимные стромальные клетки костного мозга, коллаген I типа, силикоалюмофосфаты, остеогенез, матричные везикулы, минерализация, кальцийфосфаты, костные пластинки

DOI: 10.31857/S0041377121050047

Морфогенез органотипических структур в условиях *in vitro* и, безусловно, *in vivo* – явление трехмерное, что предполагает соответствующие аналитические 3D-подходы. Тем не менее, классические способы культивирования дифференцирующихся стволовых клеток основаны на применении двумерных моделей, преимущества которых хорошо известны. Прежде всего, это быстрая и относительно простая экспериментальная проверка результатов,

построенных на анализе прижизненных или фиксированных клеточно-тканевых материалов (Nelson, Bissell, 2006). Благодаря этому достигнуто немало. Но оно же затмило главный недостаток методологий 2D-подходов – морфогенез рассматривается исключительно в плоскостях горизонтальной направленности, а структуры в ортогональных проекциях недоступны. Недостаток в определенной мере компенсируют сканирующей зондовой технологией (сканирующая электронная, атомно-силовая, туннельная микроскопия), расширяющей инструментальный континуум и позволяющей изучать трехмерные интерфейсы с высоким пространственным разрешением. Особенно полезны подобные методики (в частности, сканирующая электронная микроскопия) при исследовании морфогенетических последствий влияния тех

Принятые сокращения: АКФ – аморфизированный кальцийфосфат; ГА – гидроксиапатит; ГС – гранулы стеклокристаллического материала “Биосит-Ср Элкор”; КФ – кальцийфосфат; МВ – матриксные везикулы; МСК-КМ – мезенхимные стромальные клетки костного мозга; ОКФ – октакальцийфосфат; САПО – силикоалюмофосфаты; СЭМ – сканирующая электронная микроскопия; PBS – фосфатно-солевой буферный раствор.