
ISSN 2313-1829

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

Genes & Cells

Vol. XIV, Приложение, 2019

референсной биологической структуры и композита — для сопоставления их в рамках теории с применением теории морфизмов — вплоть до изоморфизма для идентичных структур. В качестве опорного программного продукта был принят QAVIS (на базе FFTW-библиотеки для режима реального времени), а также KSAImage (для подробного пост-анализа) — разработки ТОИ ДВО РАН (лаб. 8/1; В.К. Фищенко, А.А. Гончарова). Было доказано, что динамические интегральные частотные и интегральные пространственные характеристики у различных по биоподобию композитов (в т.ч. с желатиной и коллагеном как моделью матрикса (PMID: 24982861, 19637997, 31226642) различны, как и 2D Фурье-спектры их структур.

ЭМЕРДЖЕНТНЫЙ ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИНТЕГРАЦИИ СВОЙСТВ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ И ЧАСТИЧНО-УПОРЯДОЧЕННЫХ СРЕД В ПОРИСТЫХ СКАФФОЛДАХ И ТКАНЕИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ: АНАЛИЗ НА ПРИМЕРЕ ГИДРОКСИАПАТИТА И ПОЛИГИДРОКСИБУТИРАТА С МНОГООСНОЙ CLSEM-ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ

Владимир Николаевич Горшенёв¹, Анатолий Александрович Ольхов^{1,2}, Олег Валерьевич Градов³, Маргарита Алексеевна Градова³, Павел Леонидович Александров⁴

¹ ФГБУН Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук (ИБХФ РАН), Москва, Россия;

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», Москва, Россия;

³ ФНБУН Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова РАН (ФИЦ ХФ РАН), Москва, Россия;

⁴ ФГБУН Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, Москва, Россия

o.v.gradov@gmail.com

Внедрение в остеорегенерационную практику имплантатов и тканеинженерных конструкций на основе кальций-фосфатных соединений в полимерной матрице (или соответствующих покрытий) часто сталкивается с проблемой неэквивалентности свойств композитов, получаемых по близким, с позиций материаловедения, «рецептурам». Подходы механики композитов, использующие усреднение (исключая методы механики структурированной и (или) гетерогенной среды), дают существенную невязку при аппроксимации таких экспериментальных данных. Полный пул дескрипторов модели усложняет её, но также не влечёт аппроксимативной сходимости, поскольку невозможно её достигнуть для всех неидентичных кривых одновременно. Примером данных невязок является разброс характеристик композиций «полигидроксibuтират-гидроксиапатит», получаемых с 1980-х гг. (PMID:1764555) до сего времени (DOI:10.1016/j.jmst.2016.07.007).

Нами был предпринят многоугольный электронно-микроскопический анализ с построением псевдотрёхмерных моделей (что близко к понятию электронной томографии или, при отличном позиционировании, электронной голографии) образцов полигидроксibuтирата

и гидроксиапатита, полученного отличными методами. После этого была осуществлена попытка сборки одно-масштабных изображений, в результате которой было выяснено, что интеграция моделей с несогласованием параметров пористости гидроксиапатита и условного титра-сечения нетканого волокна полигидроксibuтирата, полученного технологией электроформования, невозможна, а также выявлено наличие топологических ограничений на заполнение пористой тканеинженерной матрицы полимером, аналогичное работающему в случае заполнения пористой матрицы клетками. При многоосной лазерной микроскопии, используемой для морфо-топологической идентификации структур в гистологии и морфогенезе (DOI:10.1615/VisualizImageProcComputatBiomed.2013005967) эти критерии, в частности, индицируются как топологическая связность пространства ткани и (или) гистогенеза (описание на русском: <http://jre.cplire.ru/jre/jan12/6/text.html>). При внедрении топологических критериев в квалитетрию микропористых матриц и (или) тканеинженерных конструкций возникает возможность предсказать рост и развитие ткани и биодegradацию и (или) биорезорбцию полимера одновременно, в корреляции с методами получения и соотношением содержания полимерной и неорганической составляющих композита. Невозможность конфигураций с запрещёнными топологиями отсеивает неэффективные методы синтеза и ряд соотношений фаз, определяющих геометрию скаффолда и морфогенез ткани в нём.

МНОГОУГЛОВАЯ ЛАЗЕРНАЯ И ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВАЯ ПОРОЗИМЕТРИЯ СКАФФОЛДОВ, ДЕЦЕЛЛЮЛЯРИЗОВАННЫХ МАТРИКСОВ И ТКАНЕПОДОБНЫХ МОДЕЛЕЙ, В ТОМ ЧИСЛЕ — В ESEM-И CLSEM-ИМПЛЕМЕНТАЦИИ

Олег Валерьевич Градов

Институт химической физики им. Н.Н. Семенова, Москва, Россия

o.v.gradov@gmail.com

Общеизвестно, что пористость скаффолдов является одной из стратегических характеристик, определяющих эффективность их как клеточных матриц для целей регенеративной медицины (PMID: 31324062; PMID: 31235704; PMID: 24325858; PMID: 21599540). Всё чаще используемая в европейских условиях для этих целей компьютерная микротомография (PMID: 22139756) пока не является общераспространённой техникой, а разрешающая способность большинства доступных приборов оставляет желать лучшего, не допуская реализации многомасштабного анализа формы и размеров пор. Поэтому для определения пористости скаффолдов используются устаревшие методы аддитивного характера — такие, например, как жидкостная экструзионная порозиметрия (LEP — liquid extrusion porosimetry), не допускающая исследования морфометрических параметров отдельных пор и их ориентации. В силу и для преодоления указанного ограничения, её часто используют совместно со сканирующей электронной микроскопией, позволяющей собрать достаточную морфометрию для репрезентативной выборки ROI (PMID: 24907768). Однако при электронной микроскопии мы можем видеть внешние контуры сложных пор, но не можем оценить их внутренние эквивалентные диаметры или объём и глубину. Между тем, именно эти параметры детерминируют рост клеток в скаффолдах (PMID: 24039979), хотя даже