

Эластомерик из полиэтиленгликоля и полипролактона – уникальный инновационный материал, обладающей превосходной биостабильностью, биodeградируемостью, биосовместимостью, а так же легко взаимодействует с другими веществами при биопечати. С помощью него планируется создавать сложные биологические структуры, как, например, легкие, почки, сердце или мозг.

Гидроксиапатит – минерал, составляющий 50% костной ткани и 96% зубной эмали. В медицине чаще всего используется в стоматологии.

Клетки и тканевые структуры. При печати образцы клеток берут у пациента, стараясь получить образец каждой из печатных тканей, чтобы понизить отторжение пересаженного органа. В тех случаях, когда получение всех тканей невозможно, у пациента берут стволовую или эмбриональную стволовую клетку, которые так же играют роль фактора роста.

Список использованных источников

1. Augst, Alexander D.; Kong, Hyun Joon; Mooney, David J. (2006-08-07). “Alginate Hydrogels as Biomaterials”. *Macromolecular Bioscience*. 2016. № 6 (8). P. 623 – 633.

2. Автоматизированная многоканальная виброиспытательная установка / А.В. Лысенко, А.В. Затылкин, Д.А. Голушко, Д.А. Рындин, Н.К. Юрков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 5. – С. 83-87.

3. Формирование и описание отсеченных сегментов следа вибрационного размытия изображения круглой метки / А.В. Григорьев, А.В. Затылкин, А.В. Лысенко, Г.В. Таньков // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2016. – Т. 2. С. – 31-37.

4. Кочегаров, И.И. Особенности исследования динамических характеристик печатных узлов в двухмерных задачах / И.И. Кочегаров, Г.В. Таньков, Н.К. Юрков / Надежность и качество сложных систем. – 2015. – № 2 (10). – С. 13-22.

Иваницын Андрей Андреевич, магистрант каф. КиПРА ПГУ, kipra@pnzgu.ru
Гришко Алексей Константинович, к.т.н., доцент каф. КиПРА ПГУ, siori@list.ru
Трусов Василий Анатольевич, к.т.н., доцент каф. КиПРА ПГУ, ra4foc@yandex.ru

УДК 621.7

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ В БИОИНЖЕНЕРИИ

А.А. Иваницын, Н.В. Горячев, Е.А. Данилова
Пензенский Государственный Университет, г. Пенза

Ключевые слова: биопринтинг, материалы, технология, орган, клеточная ткань.

Печать органов могла бы решить проблемы поставки материалов для фармакологических, медицинских, хирургических, трансплантологических исследований, а так же вопрос нехватки донорских органов в бедных или

малонаселенных регионах. К примеру, в России в программу донорства включено всего 32 региона из 89 [1].

Металлы или пластики не могут использоваться для печати органов в связи с биосовместимостью и неспособностью к биodeградации.

Биологическая совместимость – это способность вещества длительное время находится в контакте с организмом и не вызывать отторжения.

Биodeградация – это процесс разрушения клеток по мере старения. Биodeградация трансплантируемых тканей позволяет постепенно заменить искусственный орган на собственные клетки организма.

Существует 3 основные концепции печати:

– Каркасная. На неорганическую основу наносятся клетки или тканевые сфероиды, после чего основа постепенно растворяется или разлагается, позволяя клеткам создать собственные матриксы, а после отмереть и оказаться замененными клетками организма.

– Бескаркасная. Это менее распространенная и более сложная технология.

Клетки находятся в гидрогелевых сфероидах, которые при повышении температуры постепенно начинают растворяться. В это время клетки начинают формировать матрикс и соединяться друг с другом.

– Мимикрия. Метод печати, в котором орган создается сразу полностью. На данный момент ведутся исследования в области молекулярной биологии и цитологии, чтобы воспроизвести метод в будущем.

Чаще всего в биологии используются экструзионные, капельные (они же шприцевые) или лазерные принтеры.

– Экструзионные принтеры. При печати модель послойно наращивается постепенной подачей материала.

– Капельные принтеры. Такие принтеры отсаживают на рабочую поверхность гидрогелевые сфероиды с клетками, используя тонкие иглы.

– Лазерные принтеры. Применяется, преимущественно, для печати протезов и сердечных клапанов, а не органов. Под действием лазерного луча филамент начинает застывать и принимать нужную форму поперечного сечения.

EnvisionTEC 3D-Bioplotter Developer. Это серия принтеров, которая рекомендуется для исследовательских групп, плохо знакомых с областью тканевой инженерии.

Принтер предоставляет возможность работать с широким спектром материалов и использовать жидкости разной вязкости, которые при печати подаются через наконечник иглы.

Устройство предоставляет полный контроль всех параметров печати (температура, давление, скорость и т.д.) с помощью программного обеспечения, базу данных материалов, редактируемая пользователем, со всеми параметрами процесса, возможность печатать сложные внутренние биопаттерны с прямыми линиями, зигзагообразными и волнообразными формами, а также шестиугольные формы, включая функции сдвига для печати "между линиями линий" (гибридные строительные леса).

Organ.aut. Компактное решение, использующее магнитную левитацию. Размеры этого принтера не превышают размеров средней коробки, что позволяет использовать его где угодно [2-4].

Главным отличием принтера стала объемная печать, доступная благодаря магнитной левитации. Температура рабочей области понижается до сверхнизкой, в результате чего каркас начинает левитировать. Тогда, с учетом положения каркаса в пространстве, на него начинают наносить гидрогель, причем сразу со всех сторон несколькими экструдерами.

Такой магнитный принтер способен работать вне условий микрогравитации, и при этом избегать заваливания модели.

GeSim's Bioscaffolder 2.1. Устройство имеет несколько независимых экструдеров по оси Z, в сумме их число достигает 4-х. Способен воссоздать 384 типа клеточных структур.

Каждая печатающая головка оснащена пневматическими дозаторами и может работать с высоковязкой печатной пастой и гидрогелями, что позволяет создавать каркасные структуры любой сложности. Кроме того, принтер оснащен пьезоэлектрическим дозирующим устройством Nanoliter.

Organovo's NovoGen MMX. Первый в мире коммерческий биопринтер, обладающий двумя печатными головками. Одна из них распределяет человеческие клетки, другая гидрогель, матрицу или другой поддерживающий каркас.

Наконечник клеточного дозатора выравнивается с помощью лазера, что позволяет выстроить траекторию движения с точностью до микрона.

При печати оператор моделирует нужную ткань в программе, а после отправляет файл на принтер.

Изначально решение использовалось для печати нервных канальцев или кровеносных сосудов, но в теории, на нем можно изготовить ткань или орган любой сложности.

Список использованных источников

1. 3D Printer Families. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://envisiontec.ciwebstudio.com/3d-printers> Дата обращения: 25.1.2023 г. Голушко, Д.А. О скорости изменения частоты при проведении испытаний для определения динамических характеристик конструкции / Д.А. Голушко, А.В. Затылкин, А.В. Лысенко // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – № 4(26). – С. 147-154.

2. Автоматизированная многоканальная виброиспытательная установка / А.В. Лысенко, А.В. Затылкин, Д.А. Голушко, Д.А. Рындин, Н.К. Юрков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 5. – С. 83-87.

3. Формирование и описание отсчетных сегментов следа вибрационного размывания изображения круглой метки / А.В. Григорьев, А.В. Затылкин, А.В. Лысенко, Г.В. Таньков // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2016. – Т. 2. С. – 31-37.

4. Кочегаров, И.И. Особенности исследования динамических характеристик печатных узлов в двухмерных задачах / И.И. Кочегаров, Г.В. Таньков, Н.К. Юрков / Надежность и качество сложных систем. – 2015. – № 2 (10). – С. 13-22.

Иваницын Андрей Андреевич, магистрант каф. КиПРА ПГУ, kipra@pnzgu.ru
Данилова Евгения Анатольевна, к.т.н., доцент каф. КиПРА ПГУ, siori@list.ru
Горячев Николай Владимирович, к.т.н., доцент каф. КиПРА ПГУ, ra4foc@yandex.ru

УДК 602.3

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ТЕРМОКАРТИРОВАНИЯ

А.С. Кирюшкина, А.А. Артюшин

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: термокартирование радиотермометрия, СВЧ-сигнал, ИК-термометрия.

Измерение глубинной температуры тела, и в частности, ее распределения, может служить для диагностики и мониторинга медицинских процедур, в которых используется нагрев внутренних органов (гипертермия и термоабляция), ускорения адресной доставки лекарств, а также для локализации и определения размеров опухоли. На данный момент осуществляется поиск безопасных неинвазивных методов термокартирования, обладающих высокой точностью. Дополнительной сложностью является совмещение процессов измерения температуры тела с нагревом тканей, при котором особенно важен такой контроль. Также определение внутреннего распределения температуры может быть использовано для локализации и определения размеров опухоли по изменению ее температуры после проведения глюкозного теста.

В данный момент времени проблема безопасных и достаточно точных измерений глубинной температуры тела человека еще не решена: предлагаются различные методы, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Современные методы неинвазивного термокартирования биологических тканей включают в себя контактные и бесконтактные, с использованием магнитного излучения в инфракрасном и сверхвысокочастотном диапазонах, а также акустического теплового излучения.

Так, метод прямого измерения температуры поверхности представляет собой неинвазивный контактный способ, при котором поверхностное распределение температур способно дать лишь небольшую часть информации о глубинной температуре тканей.

Альтернативой прямому измерению температуры поверхности может служить регистрация теплового электромагнитного излучения в инфракрасном диапазоне. Данный метод основан на излучении кожных