

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Технологический сектор

### Практика «Технология материалов»

#### Командный кейс №1 «Создание биорезорбируемого пористого материала для регенерации кости и замещения костных дефектов челюсти»

---

#### **Актуальность**

В последнее время в области биомедицинской инженерии активно ведутся исследования возможности создания инновационных материалов для регенерации костной ткани. В челюстно-лицевой хирургии часто возникают случаи необходимости восстановления утраченной или поврежденной костной ткани из-за травм (например, переломы челюсти), онкологических заболеваний, инфекций и врожденных аномалий. Традиционные методы лечения, такие как использование металлических имплантатов или ауто- и ксенотрансплантатов, имеют свои ограничения, включая риск отторжения, инфекции и необходимость повторных операций. В таком случае использование биорезорбируемых материалов (материалов, которые постепенно рассасываются в организме, не оставляя после себя инородных тел) представляет собой более перспективный подход.

В области регенеративной медицины и костной инженерии в основном используются два типа биорезорбируемых материалов: металлические и полимерные. Данная работа посвящена разработке пористого биоматериала из биорезорбируемого полимера, способного регенерировать костные дефекты в челюстно-лицевой области и замещать их. Биорезорбируемые полимерные материалы могут быть использованы для создания имплантатов, которые заменяют утраченные участки костей, обеспечивая необходимую механическую поддержку в процессе заживления. Пористая структура полимерных материалов способствует интеграции с окружающими тканями и создает оптимальные условия для роста клеток. Это позволяет организму самостоятельно восстановить свою структуру, что особенно важно в области челюстно-лицевой хирургии, где эстетические и функциональные результаты имеют первостепенное значение. Цель работы – создание материала, имитирующего структуру костной ткани с оптимальными свойствами для стимулирования регенерации костной ткани.

Ваша задача состоит в том, чтобы разработать материал для замещения дефектов челюсти и регенерации кости, который будет обладать следующими свойствами:

- биосовместимость: материал должен быть совместим с тканями организма и не вызывать иммунной реакции;
- биоразлагаемость: материал должен разлагаться в организме с течением времени, обеспечивая постепенную замену дефектной кости новой;
- механическая прочность: материал должен быть достаточно прочным, чтобы выдерживать нагрузки, возникающие в процессе заживления;
- пористость: пористая структура материала должна обеспечить проникновение клеток и питательных веществ, необходимых для регенерации костной ткани.

Для этого вам предстоит ознакомиться с наиболее часто используемыми биорезорбируемыми полимерами в костной инженерии и выбрать один из полимеров, обосновав свой выбор; ознакомиться со способами создания пористости в изделиях из

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Технологический сектор

### Практика «Технология материалов»

#### Командный кейс №1 «Создание биорезорбируемого пористого материала для регенерации кости и замещения костных дефектов челюсти»

таких материалов; подобрать необходимый размер пор и пористость материала, а также предложить план изготовления и контроля образцов из выбранного полимера с требуемой пористостью методом литья из растворителя и выщелачивания частиц. После успешной подготовки плана необходимо будет провести изготовление образцов пористого материала и провести контроль параметров пористости с помощью гидростатического взвешивания и оптической микроскопии.

Результаты работы будут иметь практическую ценность для создания новых материалов для регенеративной медицины, способных эффективно решать проблемы лечения костных дефектов.

#### Этапы работы над кейсом

- Обзор литературы по полимерам для костной инженерии для выявления наиболее часто используемых полимеров (минимум двух) и проведение сравнительного анализа этих полимеров. Обзор литературы по структуре костей челюсти, выбор одного полимера и обоснование выбора.
- Описание сущности метода литья из растворителя с дальнейшим выщелачиванием частиц для создания пористой структуры полимерных материалов. Обзор литературы по используемым порогенам (частицам для выщелачивания) для создания пористости в полимерных материалах, выбор порогена. Обзор литературы по структуре костей челюсти, выбор размера пор и объемной пористости биорезорбируемого полимерного материала для замещения костного дефекта и регенерации кости.
- Подготовка плана эксперимента по изготовлению образцов из биорезорбируемого материала с пористой структурой методом литья из растворителя и выщелачивания частиц. Подготовка плана контроля пористости образцов. Выбор реагентов, расчет необходимого количества реагентов и концентраций.
- Реализация эксперимента и изготовление образцов. Контроль образцов и обсчет экспериментальных данных\* (произвести расчет пористости по полученным экспериментальным данным показания весов при гидростатическом взвешивании, а также размера пор по фотографии с оптической микроскопии с помощью программ обработки изображений, например, ImageJ).

\*для выполнения этапа требуется работа в лаборатории

- Формулирование выводов и предложений (сравнить измеренные параметры пористости полученных образцов с теоретическими значениями; описать причину расхождения экспериментальных данных с теоретическими (при наличии расхождения); предложить пути устранения данного расхождения).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Технологический сектор  
Практика «Технология материалов»  
Командный кейс №1 «Создание биорезорбируемого пористого материала для  
регенерации кости и замещения костных дефектов челюсти»**

---

**Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания**

- Набор лабораторной посуды (химические стаканы, чашки Петри) и вспомогательных средств для работы в лаборатории (магнитный якорь, сито);
- химический вытяжной шкаф;
- средства индивидуальной защиты (халат, перчатки);
- набор реагентов (полимер, порожен и растворителей);
- магнитная мешалка;
- лабораторные весы;
- оптический микроскоп;
- компьютер с установленными программами для анализа изображений, например, ImageJ.

**Требования к представлению решения кейса**

Решение кейса представляет собой обзор существующих полимерных биорезорбируемых материалов для костной инженерии, а также их сравнительный анализ и выбор наиболее подходящих для применения в челюстно-лицевой хирургии. Ознакомление с процессом изготовления образцов и методом выщелачивания частиц для создания пористой структуры. Представление плана изготовления и контроля образцов, результатов теоретического и экспериментального исследований и их анализа в формате PDF. Объем основного текста – не более 20 страниц формата А4, включая рисунки, без учета приложения. При этом 70% объема работы должно относиться к экспериментальным результатам.

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется использование шрифтов Calibri или Times New Roman 12-го кегля с интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы: от левого края 3 см; правый, верхний и нижний – 2 см. Выравнивание текста – по ширине.

Титульный лист должен содержать следующие атрибуты: название кейса, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, образовательная организация, класс), название профиля олимпиады.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Технологический сектор  
Практика «Технология материалов»  
Командный кейс №1 «Создание биорезорбируемого пористого материала для  
регенерации кости и замещения костных дефектов челюсти»**

---

## **Структура и содержание работы**

Работа должна содержать следующие разделы:

- обзор литературы;
- цель и задачи;
- материалы и методы;
- результаты и обсуждение;
- выводы;
- список литературы.

### **1. Раздел «Обзор литературы» включает в себя:**

- 1.1 Освещение проблемы, обозначенной в задании кейса, и ее актуальности.
- 1.2 Описание существующих биорезорбируемых биосовместимых полимерных материалов, применяемых для решения проблемы, обозначенной в задании кейса, их свойств и сравнительный анализ.
- 1.3 Описание метода литья из растворителя с выщелачиванием частиц для изготовления образца пористого полимерного имплантата.
- 1.4 Описание применяемых частиц для выщелачивания (порогенов) в методе литья из растворителя и их сравнительный анализ.

### **2. Раздел «Цели и задачи» включает в себя:**

- 2.1 Определение целей, поставленных перед исполнителем работы.
- 2.2 Определение задач, решение которых необходимо для достижения поставленной цели.

### **3. Раздел «Материалы и методы» включает в себя:**

- 3.1 Описание полимера, предложенного для решения проблемы, обозначенной в задании кейса.
- 3.2 Обоснование выбранного полимера (биосовместимость, схожесть механических характеристик с характеристиками нативной ткани (кости), достаточное время резорбции, доступность и т.д.).
- 3.3 Приведение выбранного размера и объемного содержания пор для условий, поставленных в задании кейса.
- 3.4 Обоснование выбранных частиц для выщелачивания (доступность, возможность получения нужной фракции, простота вымывания, получаемый размер пор и т.д.).

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Технологический сектор

### Практика «Технология материалов»

#### Командный кейс №1 «Создание биорезорбируемого пористого материала для регенерации кости и замещения костных дефектов челюсти»

---

3.5 План эксперимента по изготовлению образцов и контролю их пористости, приведение необходимых реагентов и оборудования для изготовления и/или контроля образцов, расчет необходимого количества реагентов.

#### **4. Раздел «Результаты и обсуждение» включает в себя:**

4.1 Полученные в ходе работы результаты (экспериментальные данные).

4.2 Обработка экспериментальных данных и обсуждение полученных результатов.

4.3 Фотографии процесса изготовления образцов и их контроля (фотографии процесса изготовления полимерных образцов, фотографии частиц отсеянной фракции, фотографии отлитых образцов, фотографии с оптического микроскопа и т.д.).

#### **5. Раздел «Выводы» включает в себя:**

5.1 Приведение основных количественных данных, полученных в результате обработки экспериментальных данных.

5.2 Основные выводы в виде кратких и четких тезисов обсуждений из раздела «Результаты и обсуждение».

#### **6. В список литературы заносятся использованные авторами источники.**

Биосовместимость и биоразлагаемость материалов проверяется по литературным данным, т.к. данные свойства являются необходимым критерием первоначального выбора материала на первом этапе работы над кейсом.

Кроме того, работа может содержать приложения с иллюстративным материалом (рисунки, схемы, таблицы, фотографии и т. п.). На каждое приложение должна быть дана ссылка в тексте работы.