

## КЛЕТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ХРЯЩЕВОЙ ТКАНИ

**Королёва П.О., студентка 2 курса ветеринарной медицины и  
биотехнологии**

**Научный руководитель - Фасахутдинова А. Н., кандидат  
биологических наук, доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

**Ключевые слова:** хрящевая ткань, хондрогенез, мультипотентные мезенхимные стромальные клетки, тканевая инженерия, носитель, внеклеточный матрикс, биореактор.

*В работе освещается клеточные технологии, которые используют для регенерации хрящевой ткани.*

**Введение.** Дефекты хрящевой ткани (ХТ) являются серьезной медицинской проблемой, вызывающей боль и ограничение подвижности, что может привести к инвалидности. Методы микрофрактурирования и абразивной хондропластики могут активировать восстановление ХТ, но при больших повреждениях могут привести к образованию ткани, уступающей нативной. Поэтому разработка персонализированных тканеинженерных конструкций (ТИК) с подобранными клетками и носителем для замещения дефектов ХТ является актуальной задачей.

**Цель исследования** – рассмотреть различные типы клеток и носителей для ТИК, а также биохимические и механические факторы, стимулирующие хондрогенез *in vivo*. Обсуждаются преимущества и недостатки носителей биологического и синтетического происхождения с точки зрения биосовместимости, иммуногенности, механической прочности и адгезивности. Наиболее перспективными носителями являются композитные материалы, сочетающие биологические и синтетические компоненты и заселенные аутологичными клетками.

**Результаты исследования.** В 1994 году впервые сделали операцию по пересадке своих собственных клеток хряща (АСТ). Это помогло исправить небольшие повреждения размером 3–4 см<sup>2</sup>. Чтобы клетки не исчезли и не превратились в другие клетки, повреждение закрывали кусочком надкостницы или специальной рассасывающейся плёнкой. Чтобы клетки лучше держались, их прикрепляли к специальным материалам (МАСИ). Это позволило закрыть повреждения размером до 4–10 см<sup>2</sup>. Но результаты такой операции через 15 лет оказались не очень хорошими. Через 3 года после операции хрящ восстанавливался не полностью. В 22% случаев он был похож на гиалиновый хрящ, в 30% — на фиброзный, а в 48% — на смешанный. Через 15 лет у 57% пациентов был ранний артроз. Клетки из синовиальной оболочки — лучший материал для восстановления хряща. Исследование показало, что они помогают защитить хрящ при глубоких повреждениях коленного сустава больше 2 см<sup>2</sup>. Внутрисуставные инъекции таких клеток замедляют развитие артроза и сохраняют клетки живыми. Клетки из костного мозга и жировой ткани тоже могут помочь восстановить хрящ. Экспериментальные ТИК для пластики ХТ. В хондропластике используют биосовместимые и биорезорбируемые ТИК, продукты распада которых не влияют на жизнедеятельность клеток. Свойства определяются материалом носителя, который может быть биологического или синтетического происхождения.

**Носители природного происхождения.** В клиниках активно применяют коллаген типа I для адгезии хондроцитов и ММСК, хотя его хондрогенные свойства ниже, чем у коллагена типа II. Комбинация коллагена I и фибрина инициирует дифференцировку ММСК в хондроциты и формирование хрящеподобной ткани в течение 3 нед. Носители из коллагена типов I и II с заселенными ММСК приобретают морфологические признаки ХТ через 2 мес. культивирования. Носители из децеллюляризированной ХТ сохраняют сигнальные молекулы, инициирующие рецеллюляризацию, адгезию и дифференцировку клеток, замедляют воспалительный ответ и минерализацию очага.

**Синтетические носители.** Синтетические носители из различных полимеров прочны, биосовместимы и биорезорбируемы, но отличаются низкой адгезией и гигроскопичностью. Через 6 мес. после

пластики дефекта мышелка бедра кролика желатиновым носителем с аутологичными хондроцитами отмечали равномерное распределение клеток, сохранение фенотипа, секрецию компонентов ВКМ и интеграцию имплантатов. Носители из плазмы, обогащенной тромбоцитами, эффективны благодаря факторам роста и хемоаттрактантам.

**Каркасы.** Синтетические волокна могут служить каркасом для трансплантата, пластичны и могут быть получены с учетом заданных свойств. Синтетические носители уступают природным по эффективности и вызывают фиброзирование. Композитные носители усиливают адгезию хондроцитов за счет коллагена типа I. Носитель из фибрина, полигликолевой и полимолочной кислот и нитей полидиоксанона одобрен для применения в АСТ, возможность его использования в МАСI и ТИК оценивают в доклинических исследованиях [1-7].

**Вывод.** К настоящему моменту специалисты в области медицины, химии, биологии и биотехнологий проделали значительную работу по разработке методов восстановления дефектов хрящевой ткани в клинических условиях. Однако до сих пор не удалось достичь оптимального баланса между высокотехнологичными решениями и потребностями практикующих врачей. Пока не существует чётких представлений о том, как использовать различные носители, типы клеточного материала и их комбинации в зависимости от стадии заболевания. Целью является создание условий для естественного формирования хрящевой ткани в лабораторных условиях.

#### **Библиографический список:**

1. Любин, Н.А. Физиология и этология животных : Учебное пособие для студентов ВО и СПО по биологическим специальностям. Часть 1/Н.А. Любин, С.В. Дежаткина, В.В. Ахметова. – Ульяновск :УлГАУ, 2018. – 160 с.
2. Любин, Н.А. Элективный курс рекомендаций для преподавателя-исследователя по дисциплине "Физиология животных": Учебное пособие для аспирантов направления подготовки 06.06.01 - Биологические науки, профиль 03.03.01 - Физиология / Н. А. Любин, С.

В. Дежаткина, В. В. Ахметова. – Ульяновск: Ульяновский ГАУ, 2018. – 179 с.

3. Разработка и внедрение нетрадиционных БАД, на основе натуральных компонентов в животноводство / Н. А. Любин, С. В. Дежаткина, В. В. Ахметова [и др.]. – Ульяновск : УлГАУ, 2017. – 336 с.

4. Симанова, Н.Г. Анатомия домашних животных: Учебно-методический комплекс для студентов очной и заочной форм обучения / Н.Г. Симанова, С. Н. Хохлова, А.Н. Фасахутдинова. Часть 1. – Ульяновск, 2009. – 113 с.

5. Симанова, Н. Г. Анатомия домашних животных /Н.Г. Симанова, С.Н. Хохлова, А.Н. Фасахутдинова. Часть 3. – Ульяновск, 2009. – 130 с.

6. Симанова, Н.Г. Использование музейных экспонатов по морфологии в учебном процессе /Н.Г. Симанова, Т.Г. Скрипник, С.Н. Хохлова, А.Н. Фасахутдинова //Инновационные технологии в высшем профессиональном образовании: материалы Научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава академии. – Ульяновск, 2010. – С. 160-163.

7. Юдич, Г.А. Применение цитологического метода исследования при инфекционных заболеваниях /Г.А. Юдич, А.Д. Шишова, А.Н. Фасахутдинова //Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Национальной научно-практической конференции молодых ученых, в 3 томах. Том II. – Ижевск, 2020. – С. 198-201.

## CELL TECHNOLOGIES IN CARTILAGE REGENERATION

**Koroleva P.O.**

**Scientific supervisors – Fasakhutdinova A.N.**

**Ulyanovsk SAU**

**Keywords:** *cartilage tissue, chondrogenesis, multipotent mesenchymal stromal cells, tissue engineering, carrier, extracellular matrix, bioreactor.*

*The paper highlights cellular technologies that are used to regenerate cartilage tissue.*