

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/184

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПЛАНТАЦИИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ В ПЛАЗМЕ
МЕМБРАН В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ БУЛЛЕЗНОЙ КЕРАТОПАТИИ**

Филиппова Е.О.

*Томский политехнический университет, Томск
Сибирский государственный медицинский университет, Томск*

Буллезная кератопатия является хроническим заболеванием роговицы, патогенез которого связан с уменьшением численности эндотелиальных клеток и, как следствие, утрата ими барьерной функции, что ведет к развитию отека, снижению зрения и появлению у пациента болевого симптома. Использование полупроницаемых мембран является одним из перспективных направлений в лечении данного заболевания. Особый интерес представляют трековые мембраны на основе полиэтилентерефталата (ПЭТФ). В связи с тем, что величина поверхностной энергии трековых мембран из ПЭТФ достаточно мала - 32 мДж/м^2 , то поверхностные свойства материала, такие как степень гидрофильности, являются критичным для использования мембраны в качестве имплантата. Одним из перспективных и современных методов модификации поверхности полимерных материалов является воздействие низкотемпературной плазмы атмосферного давления.

Цель работы - изучить в эксперименте возможность применения трековых мембран модифицированных холодной плазмой в хирургическом лечении буллезной кератопатии.

Материалы и методы исследования

Образцы трековых мембран изготавливались путем облучения ионами $^{40}\text{Ar}^{+8}$ и химического травления пленки ПЭТФ. Модификацию поверхности полученных мембран проводили в НИ ТПУ с использованием экспериментальной установки низкотемпературной плазмы атмосферного давления. Время обработки – 30 с. После плазменной обработки мембраны были простерилизовали посредством γ -облучения радионуклидом ^{60}Co в дозе 1 кГр (Si).

Изучение возможности применения трековых мембран в хирургическом лечении буллезной кератопатии осуществлялось на 8 кроликах породы *Sylvilagus bachmani*. Каждому животному моделировали буллезную кератопатию путем механического повреждения и удаления эндотелия одного из глаз. Через 2 недели после развития патологического процесса в роговице, кролики были разделены на две группы: 1 группа - 4 животных, которым выполняли имплантацию трековых мембран; 2 группа – 4 животных, которым выполняли имплантацию трековых мембран после модификации в низкотемпературной плазме. В динамике эксперимента проводили наружный осмотр, фоторегистрацию результатов, оптическую когерентную томографию (ОКТ) роговицы. Спустя 8 недель от начала эксперимента глазные яблоки энуклеировали для гистологического исследования. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, по методу Ван-Гизона и полихромным красителем по Маллори.

Результаты и обсуждение

По данным наружного осмотра, уже через 2 недели после моделирования заболевания у всех экспериментальных животных обнаруживались признаки дистрофии роговицы, проявляющиеся в виде светобоязни, слезотечения, расширения сосудов конъюнктивы и её диффузного отека. На 7-е сутки отмечалось уменьшение светобоязни и слезотечения в обеих группах. К 4-й и 6-й неделям, согласно наружному осмотру, у всех животных наблюдалось некоторое уменьшение отека роговицы и образование сосудов.

Согласно результатам ОКТ роговицы, у всех экспериментальных животных после хирургической травмы отмечалось увеличение ее толщины в 1,4 раза по сравнению с нормой (511 мкм), составляя в среднем 720 ± 22 мкм через 2 недели после формирования ЭЭД. На 14 день от начала лечения толщина роговицы у кроликов уменьшилась до 698 ± 31 мкм в первой группе и до 680 ± 29 мкм во второй ($p > 0,05$). Через 6 недель отмечалось снижение (по

Секция 4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

сравнению с показателями до лечения) толщины роговицы в 1,4 раза в первой группе и в 1,2 раза во второй.

Согласно результатам световой микроскопии, в первой группе передний эпителий был представлен пластом многослойного плоского неороговевающего эпителия. Вокруг мембраны наблюдался отек (удельный объем $18,83 \pm 5,8\%$), разволокнение и нарушение тинкториальных свойств коллагеновых волокон, появились тонкостенные сосуды с удельным объемом $3,2 \pm 2,3\%$. Отек собственного вещества роговицы был более выражен в месте имплантации материала. Между передним эпителием роговицы и мембраной коллагеновые волокна упакованы более компактно, сохраняют нормальную способность к окрашиванию. С внутренней стороны материала (между мембраной и задним эпителием) определялась грануляционная ткань с полнокровными сосудами, а также с умеренно выраженной лейкоцитарной инфильтрацией, представленной преимущественно лимфоцитами ($37,3 \pm 8,5$ клеток в поле зрения, ув. 200) и моноцитами ($8,3 \pm 2,7$ клеток в поле зрения, ув. 200). Задняя пограничная мембрана была представлена гомогенной полоской, равномерно окрашенной на всем протяжении. Задний эпителий частично отсутствовал, частично был замещен слоем отростчатых клеток.

Во второй группе передний эпителий роговицы был сохранен на всем протяжении. Передняя пограничная мембрана просматривалась слабо, местами не визуализировалась. В собственном веществе роговицы в месте имплантации мембраны, модифицированной в плазме, развивался неравномерно выраженный отек (удельный объем $14,4 \pm 6,3\%$), новообразование кровеносных сосудов (удельный объем $6,52 \pm 3,9\%$, $p < 0,05$) и лейкоцитарная инфильтрация, представленная, преимущественно лимфоцитами ($23,3 \pm 6,4$ клеток в поле зрения, ув. 200) и моноцитами ($6,0 \pm 3,2$ клеток в поле зрения, ув. 200). Коллагеновые волокна в отдельных местах при окраске пикрофуксином выглядели набухшими без четкой ориентации. Задняя пограничная мембрана была представлена гомогенной полоской и хорошо визуализировалась. Задний эпителий частично отсутствовал, частично был представлен слоем клеток отростчатой формы.

В результате проведенных исследований выявлено, что имплантация как модифицированных, так и не модифицированных в плазме трековых мембран способствует развитию продуктивной фазы инфильтративного воспаления в роговице глаза кроликов и уменьшению отека роговицы, индуцированного буллезной кератопатии. Обработка плазмой мембран незначительно увеличивает риск васкулогенеза. Результаты исследования показали перспективность предполагаемого метода в лечении данного заболевания роговицы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-315-00048.