



<https://doi.org/10.34883/PI.2026.16.2.035>
УДК: 616.714-089.843:616.7-003



Урманова Ф.М., Туйчибаева Д.М. ✉, Абасханова Н.Х.

Ташкентский государственный медицинский университет, Ташкент, Узбекистан

Экспериментальная оценка репаративной морфодинамики после ксенотрансплантации овечьего перикарда в супрахориоидальное пространство глаза

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: проведение исследования, написание текста – Урманова Ф.М.; концепция и дизайн исследования, редактирование – Туйчибаева Д.М.; обработка материала – Абасханова Н.Х.

Подана: 15.04.2026

Принята: 11.05.2026

Контакты: dyly@mail.ru

Резюме

Цель. Оценить морфологическую динамику репаративных процессов после имплантации ксенотрансплантата перикарда овцы в супрахориоидальное пространство.

Материалы и методы. Исследование выполнено на 32 кроликах-самцах породы шиншилла, разделенных на 3 группы: группа сравнения (n=12), основная группа (n=12) и контрольная группа (n=8, интактные животные). Гистологическое исследование проводили через 7, 10 и 30 суток, а также через 3 и 6 месяцев после операции с использованием окраски гематоксилином и эозином, пикрофуксином по Ван Гизону.

Результаты. Выявлены 3 последовательные фазы регенерации тканей. Острая воспалительная фаза (7–10 суток) характеризовалась нейтрофильной инфильтрацией и усилением микроциркуляторной активности. Пролиферативная фаза (30 суток) сопровождалась формированием грануляционной ткани и активной неоваскуляризацией. Фаза ремоделирования (3–6 месяцев) была связана с фиброзной трансформацией и образованием зрелой соединительной ткани.

Заключение. Имплантация ксенотрансплантата перикарда овцы способствует неоваскуляризации хориоидеи за счет активации ангиогенных механизмов и репарации соединительнотканых структур. Данный метод может рассматриваться как перспективная терапевтическая стратегия при заболеваниях глаз, сопровождающихся нарушением хориоидального кровоснабжения, включая возрастную макулодистрофию и диабетическую ретинопатию.

Ключевые слова: ксенотрансплантат, перикард овцы, супрахориоидальное пространство, реваскуляризация хориоидеи, склеротомия, экспериментальные кролики, морфология

Urmanova F., Tuyciibaeva D. ✉, Abaskhanova N.
Tashkent State Medical University, Tashkent, Uzbekistan

Experimental Evaluation of Reparative Morphodynamics Following Xenotransplantation of Ovine Pericardium into the Suprachoroidal Space of the Eye

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: conducting the study, writing the text – Urmanova F.; study concept and design, editing – Tuyciibaeva D.; data processing – Abaskhanova N.

Submitted: 15.04.2026

Accepted: 11.05.2026

Contacts: dyly@mail.ru

Abstract

Purpose. To evaluate the morphological dynamics of reparative processes following implantation of a sheep pericardial xenograft into the suprachoroidal space.

Materials and methods. The study was conducted on 32 male chinchilla rabbits divided into three groups: comparison group (n=12), experimental group (n=12), and control group (n=8, intact animals). Histological examination was performed at 7, 10, and 30 days, as well as at 3 and 6 months postoperatively, using hematoxylin and eosin and Van Gieson's picrofuchsin staining.

Results. Three sequential phases of tissue regeneration were identified. The acute inflammatory phase (7–10 days) was characterized by neutrophilic infiltration and increased microcirculatory activity. The proliferative phase (30 days) demonstrated granulation tissue formation and active neovascularization. The remodeling phase (3–6 months) was associated with fibrotic transformation and maturation of connective tissue.

Conclusion. Implantation of a sheep pericardial xenograft promotes choroidal neovascularization through activation of angiogenic and connective tissue repair mechanisms. This approach may represent a promising therapeutic strategy for ocular diseases associated with impaired choroidal blood supply, including age-related macular degeneration and diabetic retinopathy.

Keywords: xenograft, ovine pericardium, suprachoroidal space, choroidal revascularization, sclerotomy, experimental rabbits, morphology

■ ВВЕДЕНИЕ

Реваскуляризация хориоидеи остается одной из ключевых проблем современной офтальмологии, особенно в контексте лечения заболеваний, сопровождающихся ишемией сетчатки. Несмотря на значительные успехи в разработке методов анти-VEGF-терапии, таких как применение бевацизумаба и ранибизумаба, проблема восстановления кровоснабжения в хориоидее остается актуальной. Это связано с ограниченной эффективностью анти-VEGF-препаратов в стимуляции долгосрочного ангиогенеза и риском развития фиброзных изменений в тканях глаза [1–5].



Одним из перспективных подходов является использование биоматериалов, способных стимулировать ангиогенез и репарацию тканей. В частности, ксенотрансплантаты, такие как перикард овцы, обладают рядом преимуществ, включая биосовместимость, доступность и способность к интеграции с окружающими тканями. По данным исследований, перикард овцы демонстрирует высокую степень совместимости с тканями глаза, что делает его перспективным материалом для использования в реваскуляризации хориоидеи [6–9].

Кроме того, ксенотрансплантаты способны стимулировать не только ангиогенез, но и процессы репарации соединительнотканых структур глаза. Это подтверждается исследованиями, которые показали, что имплантация перикарда овцы в супрахориоидальное пространство приводит к значительному увеличению плотности сосудов и улучшению трофики тканей глаза [10, 11].

Таким образом, использование ксенотрансплантатов, таких как перикард овцы, открывает новые перспективы в лечении заболеваний, связанных с нарушением кровоснабжения глаза: возрастной макулодистрофии, глаукомной оптической нейропатии и диабетической ретинопатии [12, 13]. Проведение контролируемого эксперимента с использованием современных морфологических методов является необходимым этапом для подтверждения терапевтического потенциала ксенотрансплантатов в офтальмохирургии.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить морфологическую динамику репаративных процессов после имплантации ксенотрансплантата перикарда овцы в супрахориоидальное пространство.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для экспериментального исследования нами использован ксенотрансплантат из перикарда овец стандартных размеров 10×10 мм, толщиной 2 мм, разработанный Сурхандарьинским центром микрохирургии глаза (д.м.н. Мухамадиевым Р.О., авторская заявка № 002-03/145) и разрешенный к применению Фармкомитетом Минздрава РУз Тш- № 6402022721-01-2002. Использование лабораторных животных осуществлялось в соответствии с требованиями Закона Республики Узбекистан «Об охране и использовании животного мира» (№ 392-II от 03.12.2014, с изменениями), рекомендациями этического комитета по экспериментальным исследованиям и Положением об организации и использовании вивария Ташкентской медицинской академии.

В качестве основного материала исследования использовался ксенотрансплантат перикарда овцы, полученный от здоровых животных в возрасте 12–18 месяцев. Трансплантаты подвергались стерилизации γ -излучением (доза 25 кГр) и хранились в стерильных условиях при температуре +4 °С до момента имплантации.

Эксперимент проведен на 32 половозрелых кроликах породы шиншилла массой 1,5–2,5 кг, содержащихся в стандартных условиях вивария с соблюдением всех этических норм и правил, установленных Хельсинкской декларацией. Животные были разделены на 3 группы:

- а) 1-я группа – сравнения: животные, которым произведен склеральный клапан без введения ксенотрансплантата (12 животных);
- б) 2-я группа – основная: животные, которым в супрахориоидальное пространство имплантирован ксенотрансплантат (12 животных);

с) 3-я группа – контрольная (8 интактных животных).

В первой группе животным под общим ингаляционным наркозом произведен разрез конъюнктивы и теноновой капсулы в верхненаружном отделе глаза. Наружную прямую мышцу выделяли и брали на держалку. В области экватора отсепаровывали прямоугольный участок поверхностных слоев склеры на глубину $1/3$ – $1/2$ размером 5–6 мм с основанием, параллельным наружной прямой мышце. У основания эписклерального лоскута иссекали глубокие слои склеры размером 4×4 мм, обнажали хориоидею, закрывали эписклеральный лоскут и фиксировали 1–2 узловыми швами без натяжения. Заканчивали операцию непрерывным швом на конъюнктиву и субконъюнктивальным введением 0,4% раствора дексаметазона. В глаз инстиллировали 0,25% раствор левомицетина в течение 12 дней.

Во второй группе животным под общим ингаляционным наркозом в стерильных условиях произведен разрез конъюнктивы и теноновой капсулы в верхненаружном отделе глаза. В области экватора отсепаровывали прямоугольный участок поверхностных слоев склеры на глубину $1/3$ – $1/2$ размером 5–6 мм с основанием, параллельным наружной прямой мышце. У основания эписклерального лоскута иссекали глубокие слои склеры размером 4×4 мм и обнажали хориоидею. На нее укладывали ксенотрансплантат, затем участок прямой мышцы шириной 1–1,5 мм, отсеченный у сухожилия, и полоску субконъюнктивальной ткани размером 2×8 мм. Указанные ткани закрывали эписклеральным лоскутом и фиксировали 1–2 узловыми швами. Заканчивали операцию непрерывным швом на конъюнктиву и субконъюнктивальным введением 0,4% раствора дексаметазона. В глаз инстиллировали 0,25% раствор левомицетина в течение 12 дней.

Третья группа – парные глаза кроликов – стала контролем.

Животным проводили ежедневное биомикроскопическое исследование. В глаз инстиллировали 0,25% раствор левомицетина в течение 12 дней. Объективно приживление трансплантата в первые дни после операции сопровождалось явлениями реактивного воспаления, отмечался умеренный отек и гиперемия конъюнктивы в области хирургического вмешательства, которые исчезли на 12-е сутки. При этом существенных отклонений в оболочках глаз животных в опытной и контрольной группах не отмечено. Так, в радужной оболочке в обеих группах патологических изменений не выявлено; размеры зрачка одинаковые, роговица не изменена, хрусталик прозрачный, капсула, субкапсулярный эпителий и хрусталиковое вещество без изменений.

Морфологическое исследование: образцы тканей глаза забирали через 7, 10, 30 суток, 3 и 6 месяцев после операции. Ткани фиксировали в 10% нейтральном формалине, обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации и заливали в парафин. Серийные срезы толщиной 5 мкм окрашивали гематоксилином и эозином для общего морфологического анализа и пикрофуксином по Ван Гизону для оценки состояния соединительной ткани.

Гистологическое исследование проводили с использованием светового микроскопа Olympus BX51 при увеличении $\times 100$ – 400 . Оценивали следующие параметры: степень воспалительной реакции (инфильтрация нейтрофилами, лимфоцитами, макрофагами); динамика ангиогенеза (количество и плотность новообразованных сосудов); состояние соединительной ткани (наличие фиброза, ориентация коллагеновых волокон).



Статистическая обработка: полученные данные обрабатывали с использованием программы SPSS 26.0. Для сравнения групп применяли ANOVA с поправкой Бонферрони. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Этические аспекты: все процедуры выполнены в соответствии с этическими стандартами, утвержденными локальным этическим комитетом (протокол № 12/2025).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

В 1-й группе к 7-дневному сроку после операции в области разреза и создания туннеля между тканями хориоидеи и склеры морфологически выявляются умеренно выраженные воспалительные изменения, проявляемые отеком стромы, миграцией в область дефекта разнообразных клеточных элементов лимфоидно-плазмочитарного ряда с примесью нейтрофилов, а также сосудистая реакция в виде расширения просветов сосудов, их кровенаполнение, истончение стенок (рис. 1).

К 10-дневному постоперационному сроку, в отличие от опытных животных II серии эксперимента, явления воспаления в виде клеточной реакции и тканевого отека в области раневого дефекта стихают, при этом существенных признаков формирования грануляционной ткани, выявляемой у опытных животных в этой группе, не отмечено. Определяется лишь достаточно выраженная сосудистая реакция в виде расширения просветов кровеносных капилляров, а также некоторое огрубление волокон с наличием между ними зрелых фибробластов (рис. 2).

К 30-му дню после операции существенных изменений оболочек глаза в области нанесения дефекта сравнительно с интактными животными нам выявить не удалось. Сосудистая оболочка и склера вблизи нанесения дефекта не отличаются от таковых

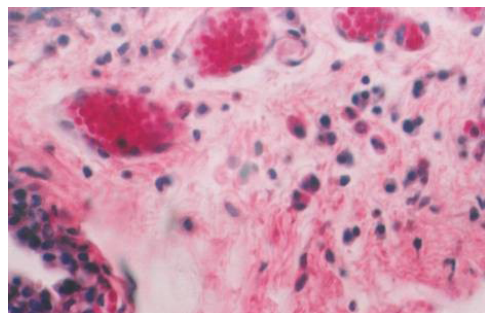


Рис. 1. 7-е сутки после операции. Наличие отека стромы хориоидеи, лимфоплазмочитарная реакция вокруг расширенных и кровенаполненных капилляров. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 400$
Fig. 1. Day 7 postoperatively. Choroidal stromal edema, lymphoplasmacytic reaction around dilated and blood-filled capillaries. Hematoxylin and eosin, magnification $\times 400$

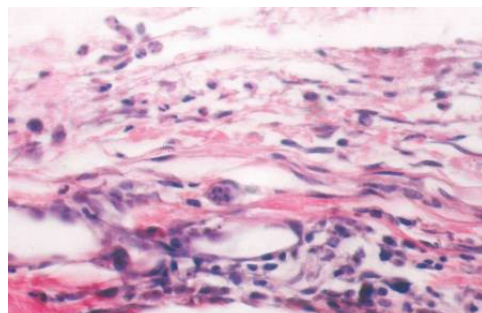


Рис. 2. 10-е сутки после операции. Снижение воспалительной реакции с наличием единичных макрофагов и капилляров с расширенным просветом. Коллагеновые волокна с расположенными между ними зрелыми фибробластами. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 400$
Fig. 2. Day 10 postoperatively. Decreased inflammatory response, with the presence of isolated macrophages and capillaries with dilated lumens. Collagen fibers with mature fibroblasts located between them. Hematoxylin and eosin, magnification $\times 400$

в норме. Отмечается лишь усиление кровенаполнения сосудов хориоидеи (рис. 3), некоторое огрубление волокон, более выраженная фибробластическая реакция.

В основной группе через 10 суток после операции гистологически в области расположения ксенотрансплантата, между поверхностью склеры и хориоидеей, наряду с явлениями отека, выявляются признаки формирования грануляционной ткани в виде скопления нейтрофильных лейкоцитов, лимфоцитов, единичных макрофагов, а также множество кровенаполненных сосудов – тонкостенных капилляров, артериол с периваскулярной инфильтрацией (рис. 4).

Видны участки трансплантата в виде слоя рыхлой, отечной волокнистой соединительной ткани, содержащей различных размеров кровеносные сосуды (рис. 5).

Следует также отметить кровенаполнение сосудов, расположенных вдоль хориоидеи, с расширением их просвета вблизи внедрения трансплантата (рис. 6).

К 30-дневному постоперационному сроку отмечаются признаки резорбции трансплантата с развитием на месте соединительной ткани, содержащей помимо единичных нейтрофилов и лимфоцитов множество макрофагов и различной степени зрелости фибробластов (преимущественно молодых) (рис. 7).

Прилежащие к хориоидее и к эписклере кровеносные сосуды различного калибра отличаются широким просветом, кровенаполнением, тонкой стенкой. Помимо врастания в ложе трансплантата молодых и более зрелых фибробластов, формирующих тонкие коллагеновые волокна, в этих слоях хорошо просматриваются сосудистые связи хориоидеи со склерой. Вокруг некоторых сосудов выявляются периваскулярный отек и лимфогистиоцитарная инфильтрация (рис. 8).

Волокна соединительной ткани в надсосудистом и сосудистом слоях, в области прилегания к склере частично истончены, разволокнены и дезорганизованы.

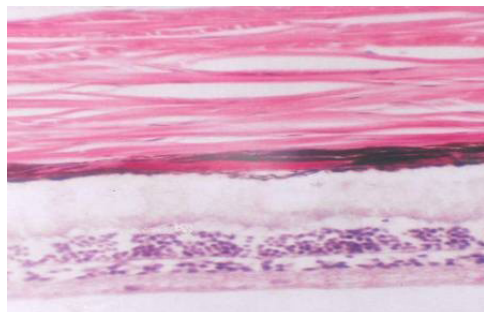


Рис. 3. 30-е сутки. Нормализация состояния оболочек глаза с усилением кровенаполнения хориоидеи. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 100$

Fig. 3. Day 30 – normalization of the ocular membranes, with increased choroidal blood flow. Hematoxylin and eosin, magnification $\times 100$

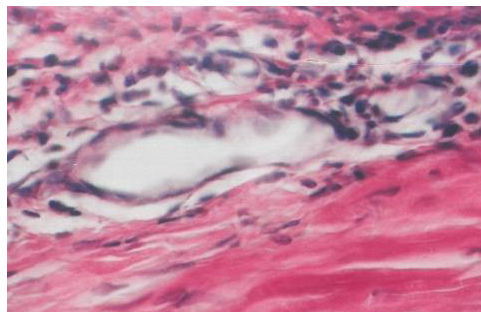


Рис. 4. 10-е сутки после операции ксенотрансплантации. Формирование грануляционной ткани в виде скоплений нейтрофилов, лимфоцитов, единичных макрофагов. Кровеносный капилляр с тонкой стенкой. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 400$

Fig. 4. Day 10 postoperatively. Formation of granulation tissue consisting of clusters of neutrophils, lymphocytes, and isolated macrophages. Thin-walled blood capillary. Hematoxylin and eosin, $\times 400$ magnification

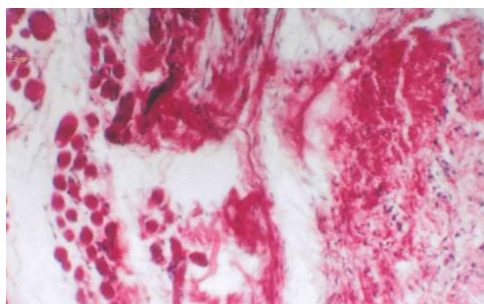


Рис. 5. 10-е сутки после ксенотрансплантации. Участки трансплантата в виде отечной, волокнистой соединительной ткани, кровоизлияние, слева пучки мышечных волокон. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 100$

Fig. 5. Day 10 after xenotransplantation. Graft areas appear as edematous, fibrous connective tissue, hemorrhage, and muscle fiber bundles on the left. Hematoxylin and eosin, $\times 100$ magnification

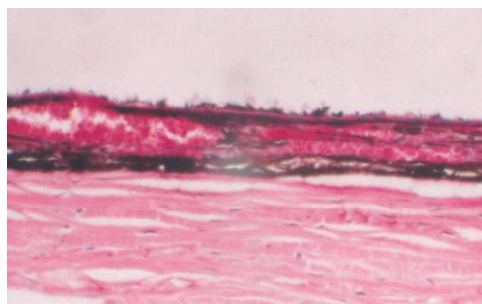


Рис. 6. 10-е сутки после ксенотрансплантации. Расширение просветов сосудов хориоидеи вблизи расположения ксенотрансплантата и их кровенаполнение. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 200$

Fig. 6. Day 10 after xenotransplantation. Dilation of choroidal vessels near the xenograft and their blood filling. Hematoxylin and eosin, $\times 200$ magnification

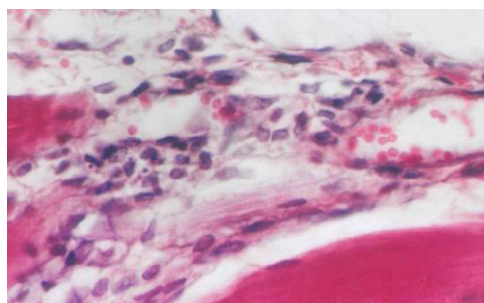


Рис. 7. 30-е сутки после операции ксенотрансплантации. Воспалительная реакция стромы со снижением содержания нейтрофилов и лимфоцитов, наличием множества макрофагов и различной степени зрелости фибробластов и кровеносных сосудов с тонкой стенкой. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 400$

Fig. 7. Day 30 after xenotransplantation. Stromal inflammatory reaction with decreased neutrophil and lymphocyte counts, the presence of numerous macrophages, and varying degrees of fibroblast maturity and thin-walled blood vessels. Hematoxylin and eosin, $\times 400$ magnification

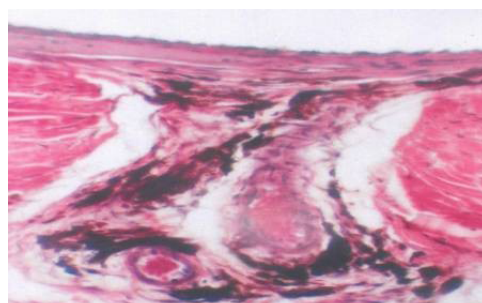


Рис. 8. 30-е сутки после ксенотрансплантации. Сосудистые связи хориоидеи со склерой, периваскулярный отек, истончение волокон, появление артериол и венул. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 200$

Fig. 8. Day 30 after xenotransplantation. Vascular connections between the choroid and sclera, perivascular edema, fiber thinning, and the appearance of arterioles and venules. Hematoxylin and eosin, $\times 200$ magnification

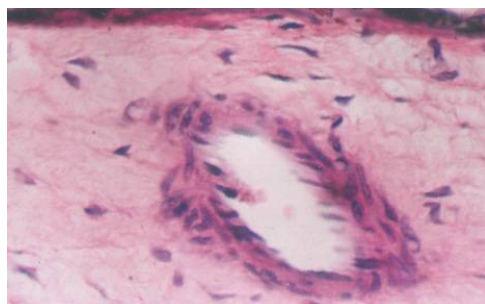


Рис. 9. 30-е сутки после ксенотрансплантации. Соединительная ткань хориоидеи, содержащая преимущественно зрелые фибробласты и артериолы с развитыми слоями стенки и крупными эндотелиоцитами. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 400$
Fig. 9. Day 30 after xenotransplantation. Connective tissue of the choroid, containing predominantly mature fibroblasts and arterioles with developed wall layers and large endothelial cells. Hematoxylin and eosin, $\times 400$ magnification

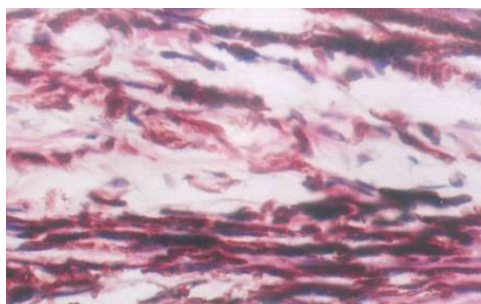


Рис. 10. 30-е сутки после ксенотрансплантации. Отек стромы, фиброзно измененная ткань, состоящая из продольно ориентированных пучков волокон и зрелых фибробластов. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 200$
Fig. 10. Day 30 after xenotransplantation. Stromal edema, fibrously altered tissue consisting of longitudinally oriented fiber bundles and mature fibroblasts. Hematoxylin and eosin, $\times 200$ magnification

В процессе дальнейшего развития новообразованных сосудов, зачастую имеющих синусоидное строение, а также редукции некоторых капилляров появляются более крупные – артериолы и вены. В участке, расположенном вблизи трансплантата, степень дезорганизации волокон соединительной ткани снижается, а содержание зрелых, вытянутой формы, фибробластов увеличивается, при этом происходит перестройка тканей сосудистой сети в виде появления артериол с утолщенной стенкой, широким просветом и наличием крупных эндотелиоцитов (рис. 9).

К 30-дневному сроку после операции прямой реваскуляризации хориоидеи вблизи участка внедрения трансплантата, помимо значительного снижения вокруг него содержания клеточных элементов (нейтрофилов, лимфоцитов, исчезновения макрофагов), отмечается присутствие фиброзно измененной ткани, представленной ориентированными пучками соединительнотканых волокон с расположенными вокруг и между ними зрелыми фибробластами веретенообразно-вытянутой формы и палочковидными ядрами (рис. 10).

К 3-месячному сроку в надсосудистом и сосудистом слоях выявлено множество кровеносных сосудов с расширенными просветами, в некоторых из них наблюдается краевое стояние эритроцитов (адгезия), а также наличие сосудистых связей между хориокапиллярным и эписклеральным слоями и их кровенаполнение в хориоидею и волокна наружной мышцы (рис. 11).

В стенке сосудистых анастомозов четко выявляются базальная мембрана, эндотелиоциты, а в просветах – сладж эритроцитов. Вокруг сосудов наблюдается отслойка перицитов и трансформация их в фибробласты (рис. 12).

Наращение массы новообразованных сосудов, их кровенаполнение и диапедез эритроцитов происходят параллельно возрастанию скопления клеточных элементов фибробластического ряда, формирующих коллагеновые волокна (рис. 13).

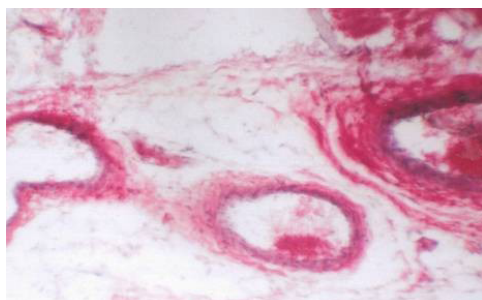


Рис. 11. 3 месяца после ксенотрансплантации. Кровенаполнение артериол, расширение их просвета, адгезия эритроцитов. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 200$

Fig. 11. 3 months After xenotransplantation. Arterioles are filled with blood, their lumen is dilated, and erythrocyte adhesion is present. Hematoxylin and eosin, magnification $\times 200$

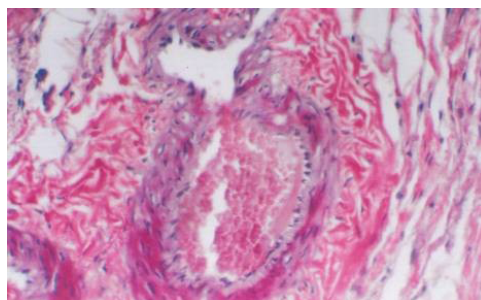


Рис. 12. 3 месяца после ксенотрансплантации. В эписклеральном слое в окружении коллагеновых волокон артериолы с четко выявляемой базальной мембраной и набухшими эндотелиоцитами. В просвете сгусток эритроцитов, справа фибробласты, расположенные между пучками волокон. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 200$

Fig. 12. 3 months after xenotransplantation. In the episcleral layer, surrounded by collagen fibers, arterioles with a clearly visible basement membrane and swollen endothelial cells. Red blood cell sludge is present in the lumen, and fibroblasts are located between fiber bundles on the right. Hematoxylin and eosin, magnification $\times 200$

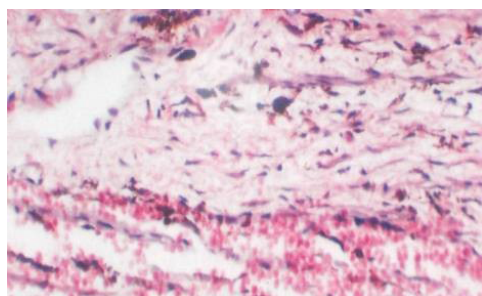


Рис. 13. 3 месяца после ксенотрансплантации. Кровенаполнение сосудов хориоидеи с истончением стенки и диапедезом эритроцитов. Расположение зрелых фибробластов между коллагеновыми волокнами. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 200$

Fig. 13. 3 months after xenotransplantation. Choroidal vessels are filled with blood, with wall thinning and erythrocyte diapedesis. Mature fibroblasts are located between collagen fibers. Hematoxylin and eosin, magnification $\times 200$

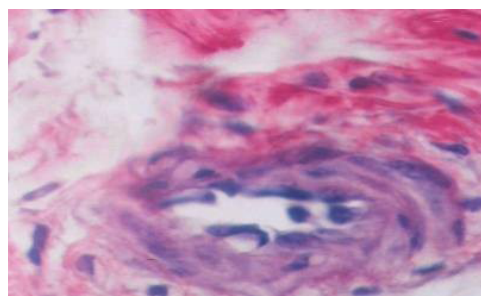


Рис. 14. 6 месяцев после ксенотрансплантации. Артериолы с утолщением стенки, крупными эндотелиоцитами, четко выявляемой базальной мембраной в окружении соединительнотканых волокон и фибробластов. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 400$

Fig. 14. 6 months after xenotransplantation. Arterioles with thickened walls, large endothelial cells, a clearly visible basement membrane, surrounded by connective tissue fibers and fibroblasts. Hematoxylin and eosin, magnification $\times 400$

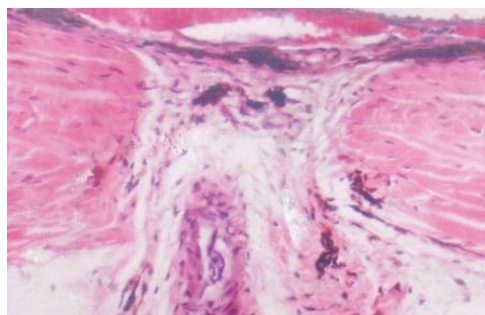


Рис. 15. 6 месяцев после ксенотрансплантации. Сосудистые связи вблизи внедрения трансплантата между склерой и хориокапиллярным слоем, расширение и кровенаполнение сосудов хориоидеи. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 400$
Fig. 15. 6 months after xenotransplantation. Vascular connections near the graft insertion site between the sclera and choriocapillary layer, dilation and vascularization of the choroidal vessels. Hematoxylin and eosin, magnification $\times 400$

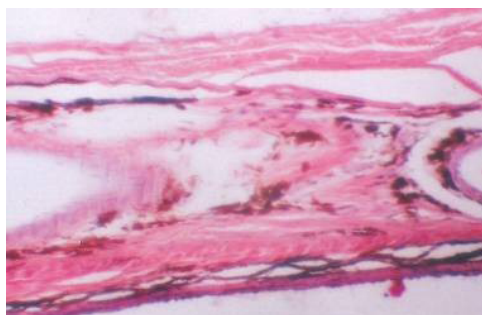


Рис. 16. Кровенаполнение сосудов между надсосудистым и сосудистыми слоями, периваскулярный отек, отсутствие инфильтрации, разволокнение стромы. Гематоксилин и эозин, увеличение $\times 200$
Fig. 16. Vessel vascularization between the supravascular and vascular layers, perivascular edema, absence of infiltration, stromal fraying. Hematoxylin and eosin, magnification $\times 200$

Артериолы эписклерального слоя, расположенные в окружении волокнистой ткани, имеющей свойства фиброзной, соединяются с кровеносными сосудами хориоидеи (рис. 14).

К 6-му месяцу послеоперационного срока в области расположения трансплантата происходит дальнейшее усиление сосудистой реакции. Морфологически это проявляется наличием множества сосудов различного калибра и артериол с утолщенной стенкой, хорошо выраженными слоями и наличием крупных эндотелиальных клеток, расположенных на базальной мембране. Выявляемые нами сосудистые связи проникают между склерой, хориокапиллярным слоем, надсосудистой пластинкой (рис. 15).

Развитие новых сосудов и их дифференцировка имеют большое значение в улучшении трофики и активации метаболизма в области оболочек глаза. В эти сроки отмечалось частичное замещение соединительной ткани трансплантата собственной тканью глаза, при этом фибриллярные волокна были тонкими, часто фрагментированными и расположенными хаотично.

Клеточный состав в зоне внедрения трансплантата в эти поздние сроки в основном представлен зрелыми, веретенообразными фибробластами вытянутой формы и крупными макрофагами. Расположенная в области трансплантата ткань, представленная фиброзно измененными волокнами, постепенно замещалась соединительной тканью, в которой определялись вновь сформированные кровеносные сосуды, проникающие в склеру. Эти сосуды характеризовались периваскулярным отеком, отсутствием инфильтрации, а строма – низким содержанием клеточных элементов. Соединительная ткань в области трансплантата представлена пучками ориентированно расположенных коллагеновых волокон и зрелых фибробластов (рис. 16).



К этому сроку отмечалось полное замещение ксенотрансплантата соединительной тканью и его сращение со склерой. Вследствие этого был образован единый комплекс: хориоидея и склероксенотрансплантат.

В III контрольной группе при морфологическом изучении срезов глаз существенных изменений в тканях не выявлено.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Морфологическое исследование в динамике постоперационного периода при имплантации ксенотрансплантата перикарда овцы в супрахориоидальное пространство выявило определенную последовательность клеточных, сосудистых и тканевых реакций оболочек глаза, расположенных вокруг трансплантата и в нем самом. Так, ранние 10-дневные постоперационные сроки характеризуются умеренно выраженными воспалительными изменениями тканевого ложа в виде круглоклеточной инфильтрации с преобладанием нейтрофилов и лимфоцитов, а также сосудистой реакцией в виде расширения просветов кровеносных капилляров с истончением их стенки и кровенаполнением, выраженной активацией процессов микроциркуляции не только в хориоидеи, но и в области расположения трансплантата.

В дальнейшем через 30 суток после операции при макрофагальной стадии воспаления отмечается развитие грануляционной ткани, содержащей множество макрофагов и немногочисленные молодые фибробласты. В этот период в области трансплантата, расположенного между хориоидеей и склерой, наблюдается формирование кровеносных сосудов. Они различного калибра и с тонкими стенками, часть с краевым стоянием эритроцитов. Вокруг некоторых из них наблюдались периваскулярный отек, диапедез эритроцитов, лимфогистиоцитарная инфильтрация. Об активации сосудистой реакции говорит появление новых сосудистых связей и их внедрение в прилежащие слои глаза. В этом периоде первично сформированная в ранние сроки процесса репарации сеть капилляров синусоидального строения дифференцируется в венулы и артериолы, содержащие в составе стенки гладкомышечные клетки. Одновременно наблюдается трансформация перицитов в фибробласты и их отхождение от стенок сосудов. Происходит резорбция части трансплантата и организация вокруг него тканевого регенерата с одновременным развитием новых кровеносных сосудов, с их дальнейшей дифференцировкой и формированием сосудистых связей и их внедрением в прилежащие слои глаза.

При более поздних сроках приживления, 3–6 месяцев после операции, характеризующихся как фибробластическая стадия, в области внедрения ксенотрансплантата наблюдается преобладание различной степени зрелости клеток фибробластического ряда. В этой стадии процесса репарации происходит формирование фиброзной ткани, волокна которой принимают продольную ориентацию. Между реваскуляризированной стромой хориоидеи и склерой наблюдается развитие зрелой волокнистой соединительной ткани. Хотя в этом периоде содержание клеточных элементов снижается, интенсивность сосудистой реакции и содержание сосудистых связей остаются высокими. Эти факты подтверждаются результатами исследований ряда авторов [1–5].

Итак, в динамике заживления тканей после операции трансплантации ксенотрансплантата перикарда овцы в супрахориоидальное пространство выявлен ряд этапов процесса регенерации, характеризующихся различными тканевыми и сосудистыми

изменениями оболочек глаза вокруг трансплантата в виде нейтрофильной, затем макрофагальной, а позже фибробластической стадий воспаления.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе морфологического изучения динамики заживления оболочек глаза при внедрении ксенотрансплантата совместно с субконъюнктивальной тканью и частью прямой мышцы в супрахориоидальное пространство в сроки 10–30 суток, 3 и 6 месяцев выявляется асептическое воспаление с нейтрофильной лимфоцитарной и макрофагальной инфильтрацией с последующим формированием в области трансплантата рубцово измененной ткани, его резорбцией и развитием новых сосудов. Ксенотрансплантат, используемый для реваскуляризации хориоидеи, можно рассматривать не только как стимулирующее реваскуляризацию хориоидеи средство, но и как фактор активации репарации соединительнотканых структур глаза. Благоприятный исход операции обусловлен активирующим воздействием биоксенотрансплантата как на хориоидею, так и на внедренные мышечные ткани и прилежащие структуры глаза, что приводит к развитию между ними сосудистых анастомозов. Оперативное вмешательство путем создания склерального клапана между хориоидеей и склерой не вызывает осложнений и приводит к быстрому заживлению этих слоев в области нанесения травмы, при этом сосудистая оболочка и склера вблизи нанесения дефекта не отличаются от таковых в норме.

Использование данных материалов и методов позволило провести комплексное исследование динамики репаративных процессов после имплантации ксенотрансплантата перикарда овцы в супрахориоидальное пространство.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Borzenok S.A., Khubetsova M.Kh., Ostrovsky D.S., Gavrilova N.A., Tonaeva Kh.D., Izmailova S.B., editors. *Regenerative Medicine and Cell Technologies in Ophthalmology: A Textbook*. Moscow: 2025. 88 p. (In Russ.)
2. Platt J.L. Xenotransplantation: recent progress and current perspectives. *Curr Opin Immunol*. 1996;8(5):721–728. [https://doi.org/10.1016/s0952-7915\(96\)80091-4](https://doi.org/10.1016/s0952-7915(96)80091-4)
3. Kim M.K., Hara H. Current status of corneal xenotransplantation. *Int J Surg*. 2015;23(Pt B):255–260. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2015.07.685>
4. Pierson R.N. 3rd, Dorling A., Ayares D., et al. Current status of xenotransplantation and prospects for clinical application. *Xenotransplantation*. 2009;16(5):263–280. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3089.2009.00534.x>
5. Sharma D., Zachary I., Jia H. Mechanisms of Acquired Resistance to Anti-VEGF Therapy for Neovascular Eye Diseases. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2023;64(5):28. <https://doi.org/10.1167/iov.64.5.28>
6. Yang S., Zhao J., Sun X. Resistance to anti-VEGF therapy in neovascular age-related macular degeneration: a comprehensive review. *Drug Des Devel Ther*. 2016;10:1857–1867. <https://doi.org/10.2147/dddt.s97653>
7. Guadix J.A., Carmona R., Muñoz-Chápuli R., et al. In vivo and in vitro analysis of the vasculogenic potential of avian proepicardial and epicardial cells. *Dev Dyn*. 2006;235(4):1014–1026. <https://doi.org/10.1002/dvdy.20685>
8. Hua D.A., Casella A.M., Berrocal M.H., et al. Outcomes of anti-VEGF therapy in choroidal neovascularization after macular surgery. *Retin Cases Brief Rep*. 2018;12(4):359–366. <https://doi.org/10.1097/icb.0000000000000504>
9. Emami-Naeini P., Yiu G. Medical and Surgical Applications for the Suprachoroidal Space. *Int Ophthalmol Clin*. 2019;59(1):195–207. <https://doi.org/10.1097/iao.0000000000000251>
10. Institute of Medicine (US) Committee on Xenograft Transplantation: Ethical Issues and Public Policy. *Xenotransplantation: Science, Ethics, and Public Policy*. Washington (DC): National Academies Press (US); 1996. 4, Ethics and Public Policy. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK45532>
11. Cengiz N., Wareham C.S. Ethical considerations in xenotransplantation: a review. *Curr Opin Organ Transplant*. 2020;25(5):483–488. <https://doi.org/10.1097/mot.0000000000000796>
12. Tychibaeva D.M. Longitudinal changes in the disability due to glaucoma in Uzbekistan. *J. ophthalmol. (Ukraine)*. 2022;4:12–17. <http://doi.org/10.31288/oftalmolzh202241217>
13. Tychibaeva D.M. Main Characteristics of the Dynamics of Disability Due to Glaucoma in Uzbekistan. *Ophthalmology. Eastern Europe*. 2022;12(2):195–204. <https://doi.org/10.34883/PI.2022.12.2.027>