

Оптические и морфометрические характеристики роговицы и передней камеры глаза кроликов породы советская шиншилла

А.А. Долбилкин¹Т.Н. Юрьева^{1,2,3}Е.А. Лозовская⁴С.Б. Никифоров⁴А.В. Григорьева¹, Д.Ю. Самсонов¹

¹ Иркутский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Лермонтова, 337, Иркутск, 664017, Российская Федерация

² ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Красного Восстания, 1, Иркутск, 664003, Российская Федерация

³ Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования —
филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
м-н Юбилейный, 100, Иркутск, 664049, Российская Федерация

⁴ ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Министерства науки и высшего образования
ул. Борцов Революции, 1, Иркутск, 664003, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2026;23(1):186–194

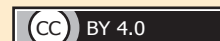
Цель: изучить параметры роговицы и передней камеры глаза кролика породы советская шиншилла путем Шаймпфлюг-визуализации, ОКТ переднего отрезка глаза и эндотелиальной микроскопии. **Методы.** На 30 глазах 30 мужских особей кролика провели фоторегистрацию, шаймпфлюг-томографию, ОКТ, эндотелиальную биомикроскопию роговицы в условиях внутривенного наркоза. Статистическая обработка данных производилась при помощи программного пакета SPSS 26.0. **Результаты.** Полученные данные оптических и морфометрических параметров соответствовали аналогичным параметрам новозеландского белого кролика. В 32,5 % площадь клеток находилась в диапазоне от 400 до 500 мкм², в 31,9 % — в пределах 300–400 мкм², в 11,6 и 14,0 % находилась в пределах 200–300 и 500–600 мкм² соответственно. Большинство клеток (56,6 %) было представлено гексагональными, 20,3 % — пентагональными и 16,6 % — гептагональными клетками. Величина обратного светорассеивания роговицы уменьшается во всех слоях от центра к периферии. По данным ОКТ, средняя толщина эпителия роговицы кролика составила 44,19 ± 5,10 мкм, средняя толщина стромы — 343,23 ± 41,40 мкм, толщина роговицы в целом в центральной зоне — 388,37 ± 41,45 мкм. Данные корреляционного анализа показали наличие сильной и умеренной взаимосвязи объема передней камеры, диаметра зрачка и величины радужно-роговичного угла. **Заключение.** Оптические и морфометрические характеристики роговицы и передней камеры глаза кроликов породы советская шиншилла могут быть полезны при планировании экспериментов с использованием данных животных в офтальмологии. Не было выявлено значимых различий в рефракционных и морфологических свойствах роговицы между кроликами породы советская шиншилла и новозеландским белым кроликом. Представляет интерес обнаруженная при помощи корреляционного анализа прямая взаимосвязь объема передней камеры, диаметра зрачка и величины радужно-роговичного угла, что значимо для гидродинамики водянистой влаги и хирургических манипуляций на переднем отрезке глаза.

Ключевые слова: глаз, роговица, кролик

Для цитирования: Долбилкин А.А., Юрьева Т.Н., Лозовская Е.А., Никифоров С.Б., Григорьева А.В., Самсонов Д.Ю. Оптические и морфометрические характеристики роговицы и передней камеры глаза кроликов породы советская шиншилла. *Офтальмология*. 2026;23(1):186–194. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-1-186-194>

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.



Optical and Morphometric Characteristics of the Cornea and Anterior Chamber of the Eye of Soviet Chinchilla Rabbits

A.A. Dolbilkin¹, T.N. Iureva^{1,2,3}, Ye.A. Lozovskaya⁴, S.B. Nikiforov⁴, A.V. Grigorieva¹, D.Yu. Samsonov¹

¹ Irkutsk Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Lermontov str., 337, Irkutsk, 664017, Russian Federation

² Irkutsk State Medical University
Krasnogo vosstaniya str., 1, Irkutsk, 664003, Russian Federation

³ Irkutsk State Medical Academy of postgraduate education — Branch of the Additional Professional Education
“Russian Medical Academy of Continuing Professional Education”
Yubileiniy dstr., 100, Irkutsk, 664049, Russian Federation

⁴ Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology
Bortsov revolyutsii str., 1, Irkutsk, 664003, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2026;23(1):186–194

Purpose: to study the parameters of the cornea and anterior chamber of the Soviet Chinchilla rabbit by Scheimpflug imaging, OCT of the anterior segment and endothelial biomicroscopy. **Methods.** Photoregistration, scheimpflug tomography, OCT, and endothelial biomicroscopy of the cornea under intravenous anesthesia were performed on 30 eyes of 30 male rabbits. Statistical data processing was performed using the SPSS 26.0 software package. **Results.** The obtained data of optical and morphometric parameters corresponded to similar parameters of the New Zealand white rabbit. In 32.5 %, the cell area was in the range from 400 to 500 microns, in 31.9 % — in the range of 300–400 microns, and in 11.6 % and 14.0 % it was in the range of 200–300 and 500–600 microns, respectively. The majority of cells (56.6 %) were represented by hexagonal cells, 20.3 % — pentagonal and 16.6 % — heptagonal. The amount of reverse light scattering of the cornea decreases in all layers from the center to the periphery. According to OCT data, the average thickness of the rabbit cornea epithelium was 44.19 ± 5.10 microns, the average thickness of the stroma was 343.23 ± 41.40 microns, the thickness of the cornea as a whole in the central zone was 388.37 ± 41.45 microns. The correlation analysis data showed the presence of a strong and moderate relationship between the volume of the anterior chamber, the diameter of the pupil and the magnitude of the iridocorneal angle. **Conclusion.** Optical and morphometric characteristics of the cornea and anterior chamber of the Soviet Chinchilla rabbits eye can be useful in planning experiments using these animals in ophthalmology. There were no significant differences in the refractive and morphological properties of the cornea between rabbits of the Soviet Chinchilla breed and the New Zealand white rabbit. The direct relationship between the volume of the anterior chamber, the diameter of the pupil and the magnitude of the iridocorneal angle, which is significant for the hydrodynamics of watery moisture and surgical manipulations on the anterior segment, is of interest.

Keywords: eye, cornea, rabbit

For citation: Dolbilkin A.A., Iureva T.N., Lozovskaya Ye.A., Nikiforov S.B., Grigorieva A.V., Samsonov D.Yu. Optical and Morphometric Characteristics of the Cornea and Anterior Chamber of the Eye of Soviet Chinchilla Rabbits. *Ophthalmology in Russia*. 2026;23(1):186–194. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-1-186-194>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Кролики являются классическими экспериментальными животными в глазной хирургии. Профессор J. Chisolm еще в 1888 г. объяснял свой выбор донорского материала для передней послойной кератопластики от животного к человеку следующим образом: «Кролик был выбран потому, что это животное легко приобрести, с ним удобно производить манипуляции, а также у кролика большие глаза» [1]. Роговица кроликов также являлась предметом изучения гистологов и патофизиологов в XIX–XX вв., течение воспалительного процесса было удобно исследовать на прозрачном субстрате [2, 3]. Однако роговица кролика отличается от человеческой не только размерами и рефракционными свойствами, но и ультраструктурно: у данного вида отсутствует Боуменова мембрана [4, 5], эндотелий роговицы кроликов, в отличие от человеческого,

способен регенерировать [6]. Процесс эмбрионального развития роговицы кролика и ее гистологическая картина в настоящее время хорошо описаны [7].

Важно отметить, что чаще всего исследователи используют в экспериментах новозеландского белого кролика, поскольку для этой породы известны морфогенетические параметры глазных оболочек [8]. Данные рефрактометрии и визуализации переднего отрезка глаза новозеландского белого кролика по данным Шаймпфлюг-томографии также представлены в ряде публикаций [9–11]. Вместе с тем на территории Российской Федерации и СНГ авторы отдают предпочтение породе советская шиншилла, которая была выведена в НИИ пушного звероводства и кролиководства совместно со зверосовхозами Новосибирской и Саратовской областей в первой половине XX в. [12–18]. Эта порода хорошо изучена в рамках ветеринарной медицины, однако

в такой узкой области, как офтальмология, не хватает данных о параметрах глазного яблока, нельзя исключать, что между новозеландским белым кроликом-альбином и советской шиншилой существуют различия. Данное обстоятельство обусловило актуальность настоящего исследования.

Цель: изучить параметры роговицы и передней камеры глаза кролика породы советская шиншилла путем Шаймпфлюг-визуализации, ОКТ переднего отрезка глаза и эндотелиальной микроскопии.

Таблица 1. Параметры роговицы кролика по данным эндотелиальной микроскопии

Table 1. Parameters of the rabbit cornea according to endothelial microscopy data

Показатели / Values	M ± SD	95 % ДИ	min	max
Толщина роговицы в центральной зоне, мкм / CCT — central corneal thickness (um)	388,70 ± 41,36	373,25–404,15	328,00	478,00
Плотность эндотелиальных клеток, клеток/мм ² / CD — cell density (cells/mm ²)	2383,63 ± 274,39	2281,17–2486,09	1919,00	2917,00
Средняя площадь клетки, мм ² / AVG — average cell area (mm ²)	424,63 ± 49,12	406,29–442,98	343,00	521,00
Максимальная площадь, мм ² / Max cell area (um ²)	1121,10 ± 452,68	952,07–1290,13	621,00	2766,00
Минимальная площадь, мм ² / Min cell area (um ²)	143,17 ± 33,18	130,78–155,56	93,00	213,00

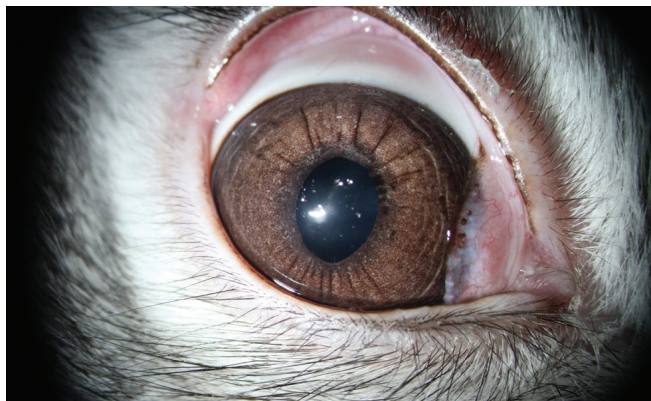


Рис. 1. Фотография переднего отрезка глаза (положение век правильное, кожа покрыта шерстью и ресницами. Интрамаргинальные пространства век и край мигательной перепонки (третьего века) умеренно пигментированы, патологического скопления секрета сальных и слезных желез не наблюдается. Конъюнктива бледно-розовая, патологического отделяемого нет. Роговица прозрачная, блестящая. Передняя камера мелкая, влага прозрачная. Радужка пигментирована, губчатого типа, зрачок вертикально-овальной формы 6×4,5 мм, хрусталик прозрачный)

Fig. 1. Photo of the front segment of the eyelids is correct, the skin is covered with hair and eyelashes. The intravaginal spaces of the eyelids and the edge of the nictitating membrane (third eyelid) are moderately pigmented, pathological accumulation of sebaceous and lacrimal glands is not observed. The conjunctiva is pale pink, there is no pathological discharge. The cornea is transparent and shiny. The front camera is shallow, the moisture is transparent. The iris is pigmented, spongy, the pupil is vertically oval in shape 6×4.5 mm, the lens is transparent)

МЕТОДЫ

В рамках экспериментального исследования по тектонической кератопластике было обследовано 30 глаз (15 правых и 15 левых) от 30 кроликов породы советская шиншилла. Все особи являлись половозрелыми самцами. Средний возраст составил $14,00 \pm 1,11$ месяца, средняя живая масса — $4,82 \pm 0,57$ кг. Животные были подвергнуты внутривенному наркозу препаратом «Золетил» через венозный доступ на передней лапе. Осмотр и фоторегистрация переднего отрезка глаза проводились на щелевой лампе Haag-Streit BX 900 (Koeniz, Швейцария) и цифровом зеркальном фотоаппарате Canon EOS 7D. Исследования глазной поверхности осуществлялись при помощи Шаймпфлюг-камеры Oculus Pentacam AXL (Wetzlar, Германия), эндотелиального микроскопа TOMEY specular microscope EM-3000 (Nagoya, Япония) и оптического когерентного томографа Optovue HR Avanti (Fremont, США). Статистическая обработка данных производилась при помощи программного пакета SPSS 26.0 (IBM Corporation). Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95 % доверительного интервала (95 % ДИ). Направление и теснота корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента корреляции Пирсона (при нормальном распределении сопоставляемых показателей).

РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным наружного осмотра, биомикроскопии и фоторегистрации переднего отрезка глаза не было обнаружено признаков патологических изменений глазного яблока и придаточного аппарата у экспериментальных животных (рис. 1).

Параметры роговицы, полученные при помощи эндотелиальной микроскопии, представлены в таблице 1. Для наглядности протокол эндотелиальной микроскопии представлен на рисунке 2. Полимегацитизм и плеоморфизм эндотелиальных клеток проиллюстрирован на соответствующих диаграммах (рис. 3 и 4). В 32,5 % площадь клеток находится в диапазоне от 400 до 500 мкм², в 31,9 % — 300–400 мкм², а в 11,6 и 14,0 % — 200–300 и 500–600 мкм². Большинство клеток (56,6 %) представлено гексагональными, 20,3 % — пентагональными и 16,6 % — гептагональными.

Обобщенные результаты Шаймпфлюг-сканирования представлены в таблице 2. Показатели денситометрии во всех слоях уменьшаются от центра к периферии. Примеры протоколов Шаймпфлюг-томографии с показателями толщины роговицы и денситометрии (обратного светорассеивания роговицы) представлены на рисунках 5 и 6. Представленные оптические и морфометрические параметры по данным литературы соответствовали аналогичным параметрам новозеландского белого кролика [10].

Рис. 2. Протокол эндотелиальной микроскопии: А — демонстрирует границы эндотелиальных клеток, распознанных в автоматическом режиме, на данном скане проанализирована 251 клетка, плотность клеток (CD) составила 2431 на мм², средняя площадь клетки (AVG) — 411 мкм², стандартное отклонение (SD) — 81 мкм², коэффициент вариации (CV) — 20 %, максимальная площадь составила 906 мкм², а минимальная — 148 мкм²; В — иллюстрирует изменчивость формы клеток, на данном скане большинство клеток (71 %) являются шестиугольными, 14 % клеток — семиугольными, 12 % клеток — восьмиугольными, оставшиеся 3 % представлены единичными клетками с иным количеством граней; С — показывает распределение клеток в зависимости от их площади, в большинстве случаев площадь эндотелиоцитов находилась в пределах 400–500 мкм² (43 %) и 300–400 мкм² (39 %)

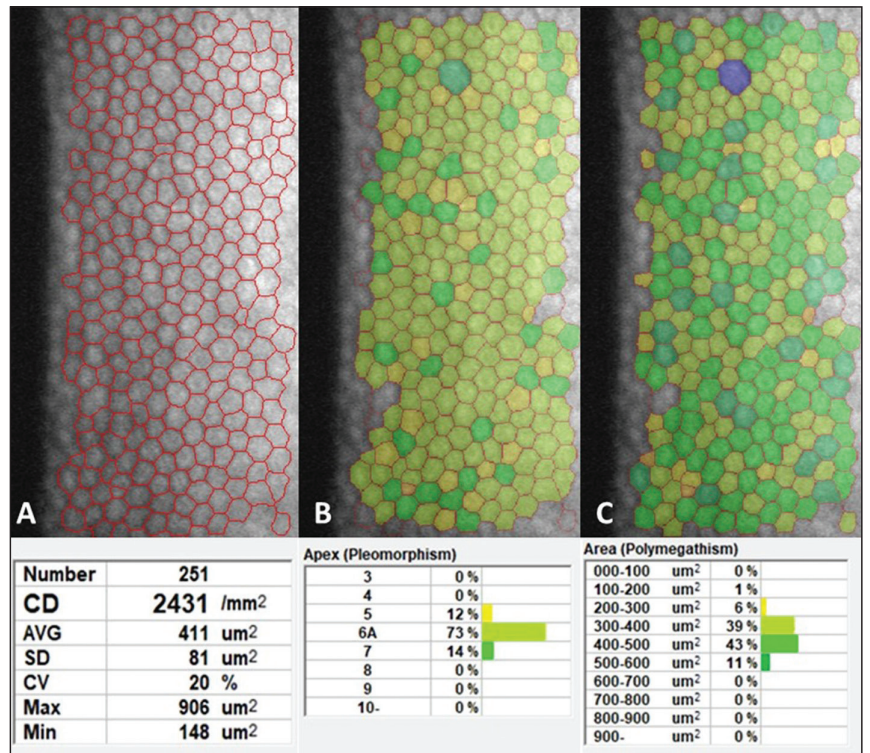


Fig. 2. Protocol of endothelial microscopy: A — demonstrates the boundaries of endothelial cells recognized in automatic mode, 251 cells were analyzed on this scan, the cell density (CD) was 2431 per mm², the average cell area (AVG) was 411 microns, the standard deviation (SD) was 81 microns, the coefficient of variation (CV) was 20 %, the maximum area was 906 mm², and the minimum is 148 mm²; B — illustrates the variability of the cell shape, in this scan the majority of cells (71 %) are hexagonal, 14 % of cells are heptagonal, 12 % of cells are octagonal, the remaining 3 % are represented by single cells with a different number of faces; C — shows the distribution of cells depending on their area, in most cases the area of endotheliocytes was in the range of 400–500 mm² (43 %) and 300–400 mm² (39 %)

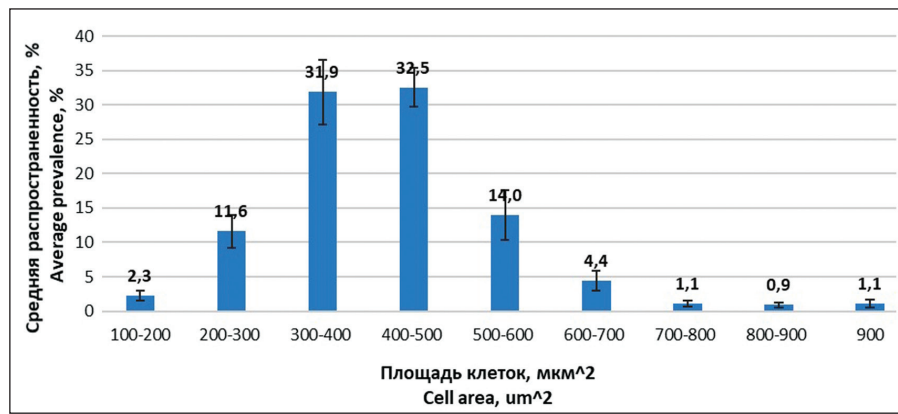


Рис. 3. Полимегатизм (по вертикальной оси представлена средняя распространенность типов эндотелиальных клеток в процентном соотношении, по горизонтальной оси — диапазоны площадей (мкм²), в которые сгруппированы клетки)

Fig. 3. Polymegathism (the vertical axis shows the average prevalence of endothelial cell types as a percentage, while the horizontal axis shows the ranges of areas (mm²) into which cells are grouped)

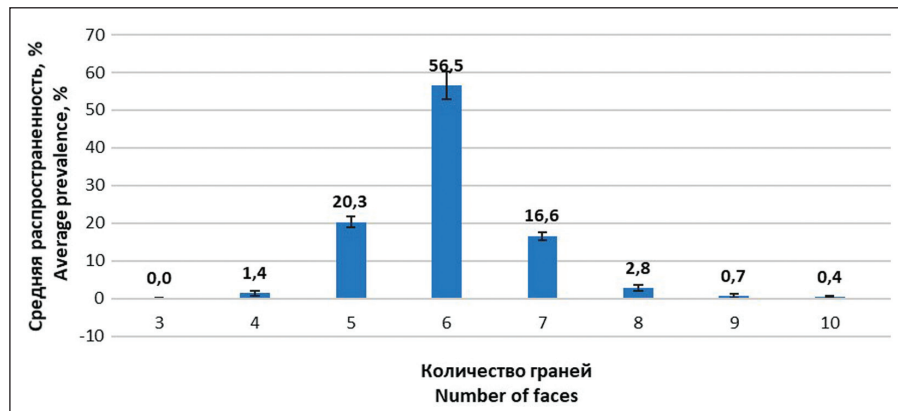


Рис. 4. Плеоморфизм (по вертикальной оси представлена средняя распространенность типов эндотелиальных клеток в процентном соотношении, по горизонтальной оси — количество граней эндотелиоцитов)

Fig. 4. Pleomorphism (the vertical axis shows the average prevalence of endothelial cell types as a percentage, the horizontal axis shows the number of endotheliocyte faces)

Таблица 2. Параметры роговицы кролика по данным Шаймпфлюг-томографии**Table 2.** Parameters of the rabbit cornea according to Scheimpflug tomography

Показатели Values	M ± SD	95 % ДИ	min	max
Глубина передней камеры, мм / Anterior chamber depth, mm	2,86 ± 0,12	2,81–2,90	2,54	3,10
Горизонтальный диаметр роговицы, мм/ HWTW diameter, mm	14,05 ± 0,79	13,76–14,34	12,30	15,10
Объем передней камеры, мм ³ / Chamber volume, mm ³	211,97 ± 18,99	204,87–219,06	180,00	251,00
Объем роговицы, мм ³ / Cornea volume, mm ³	38,38 ± 3,48	37,08–39,68	32,40	44,50
Толщина роговицы в зоне середины зрачка, мкм / Pupil center, um	398,93 ± 40,80	383,70–414,17	335,00	485,00
Наиболее тонкая часть роговицы, мкм / Thinnest, um	381,53 ± 37,36	367,58–395,48	313,00	466,00
Величина радужно-роговичного угла, ° / Angle, °	33,93 ± 6,42	31,53–36,32	23,00	46,30
Ширина зрачка, мм / Pupil diameter, mm	6,27 ± 0,82	5,97–6,58	4,59	7,59
Толщина хрусталика, мм / Lens thickness, mm	3,67 ± 0,56	2,77–4,56	3,12	4,45
Передняя поверхность роговицы / Cornea Front				
Пологий меридиан, дптр / K1, dptr	42,46 ± 1,58	41,87–43,05	39,00	45,00
Крутой меридиан, дптр / K2, dptr	43,22 ± 2,27	42,38–44,07	33,50	45,70
Среднее значение, дптр / Km, dptr	42,84 ± 1,58	42,25–43,44	38,90	45,35
Радиус кривизны в пологом меридиане, мм / R1, mm	7,96 ± 0,31	7,85–8,08	7,50	8,66
Радиус кривизны в крутом меридиане, мм / R2, mm	7,75 ± 0,24	7,66–7,84	7,39	8,37
Среднее значение, мм / Rm, mm	7,86 ± 0,27	7,76–7,96	7,45	8,51
Астигматизм, дптр / Ast, dptr	1,15 ± 0,68	0,89–1,40	0,00	2,70
Ось, ° / Axis, °	85,63 ± 47,22	68,00–103,26	0,80	167,80
Задняя поверхность роговицы / Cornea Back				
Пологий меридиан, дптр / K1, dptr	-5,41 ± 0,23	-5,49–5,32	-5,80	-4,70
Крутой меридиан, дптр / K2, dptr	-5,67 ± 0,20	-5,74–5,59	-6,20	-5,20
Среднее значение, дптр / Km, dptr	-5,54 ± 0,18	-5,61–5,47	-5,85	-5,10
Радиус кривизны в пологом меридиане, мм / R1, mm	7,41 ± 0,33	7,29–7,54	6,90	8,55
Радиус кривизны в крутом меридиане, мм / R2, mm	6,94 ± 0,77	6,66–7,23	3,09	7,74
Среднее значение, мм / Rm, mm	7,18 ± 0,45	7,01–7,35	5,20	7,87
Астигматизм, дптр / Ast, dptr	0,27 ± 0,22	0,19–0,35	0,00	0,90
Ось, ° / Axis, °	88,12 ± 43,05	72,04–104,19	15,80	173,30
Оптическая плотность — передний слой (120 мкм) / Cornea densitometry — anterior layer (120 um)				
0–2 mm, %	33,75 ± 7,38	31,00–36,51	26,20	64,70
2–6 mm, %	29,63 ± 6,15	27,33–31,92	22,10	49,90
6–10 mm, %	20,12 ± 3,37	18,87–21,38	15,50	30,80
10–12 mm, %	14,36 ± 2,42	13,46–15,26	8,90	19,70
Total, %	24,62 ± 4,38	22,99–26,26	19,60	40,40
Оптическая плотность — центральный слой Cornea densitometry — central layer				
0–2 mm, %	23,93 ± 1,85	23,24–24,62	20,20	28,10
2–6 mm, %	20,62 ± 2,00	19,87–21,37	16,00	25,60
6–10 mm, %	15,17 ± 1,82	14,49–15,85	11,00	19,90
10–12 mm, %	12,21 ± 2,18	11,40–13,03	7,80	19,60
Total, %	17,95 ± 1,58	17,36–18,54	14,20	21,80
Оптическая плотность — задний слой (60 мкм) / Cornea densitometry — posterior layer (60 um)				
0–2 mm, %	14,42 ± 2,17	13,61–15,23	9,80	18,00
2–6 mm, %	13,30 ± 2,16	12,49–14,10	9,10	18,30
6–10 mm, %	11,04 ± 1,91	10,35–11,72	7,2	16,2
10–12 mm, %	9,93 ± 2,29	9,08–10,79	6,00	18,20
Total, %	12,19 ± 1,77	11,52–12,85	8,40	15,30
Совокупная оптическая плотность / Cornea densitometry — total				
0–2 mm, %	24,03 ± 3,07	22,89–25,18	20,70	36,90
2–6 mm, %	21,18 ± 2,87	20,11–22,25	15,70	28,70
6–10 mm, %	15,44 ± 2,06	14,67–16,21	11,20	20,50
10–12 mm, %	12,18 ± 2,18	11,37–12,99	7,60	19,20
Total, %	18,26 ± 2,11	17,47–19,04	14,00	24,30

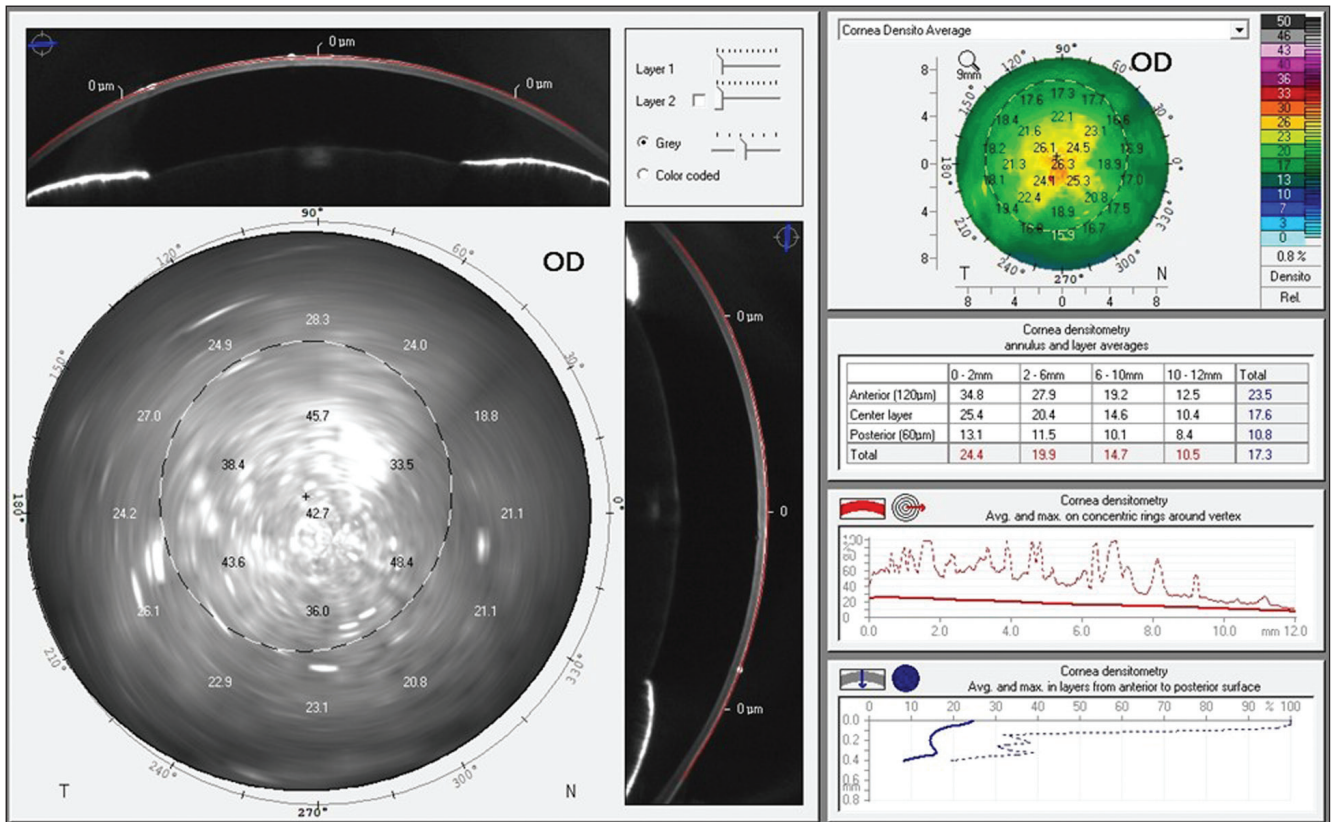


Рис. 5. Клинический пример показателей — карта толщины роговицы по данным Pentacam

Fig. 5. Clinical example of corneal thickness — map according to Pentacam data

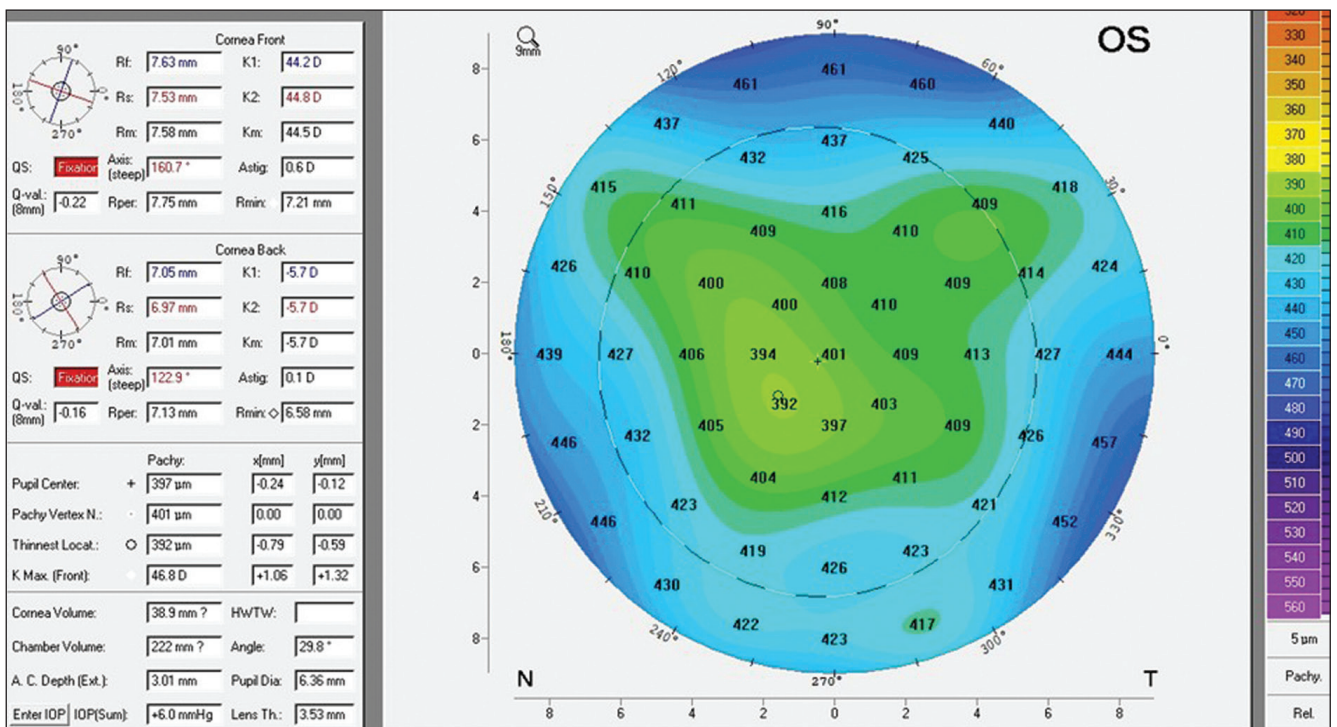


Рис. 6. Клинический пример показателей обратного светорассеивания роговицы по данным Pentacam

Fig. 6. A clinical example of corneal reverse light scattering indicators according to Pentacam data

Таблица 3. Результаты корреляционного анализа взаимосвязи диаметра зрачка и объема передней камеры глаза

Table 3. The results of the correlation analysis of the relationship between the pupil diameter and the eye anterior chamber volume

Показатель / Value	Характеристика корреляционной связи / Characteristics of the correlation relationship		
	r_{xy}	Теснота связи по шкале Чеддока / Closeness on the Cheddock scale	p
Угол передней камеры — объем передней камеры / Angle — Chamber Volume	0,434	Умеренная / Modern	0,017*
Диаметр зрачка — объем передней камеры / Pupil diameter — Chamber Volume	0,731	Высокая / High	<0,001*

Примечание. * — различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).
Note. * — differences in indicators are statistically significant ($p < 0,05$).

Таблица 4. Параметры роговицы кролика по данным ОКТ

Table 4. Parameters of the rabbit cornea according to OCT

Показатели / Values	M ± SD	95 % ДИ	min	max
Толщина эпителия / Epithelium thickness				
Центральная зона, мкм / Central, um	45,13 ± 6,51	42,81–47,46	31	59
d5 mm S, мкм (um)	44,67 ± 5,92	42,55–46,78	33	59
d7 mm S, мкм (um)	42,43 ± 5,51	40,46–44,41	31	56
d5 mm N, мкм (um)	45,70 ± 6,34	43,43–47,97	32	57
d7 mm N, мкм (um)	44,57 ± 6,11	42,38–46,75	31	59
d5 mm I, мкм (um)	44,93 ± 5,79	42,86–47,01	37	58
d7 mm I, мкм (um)	44,50 ± 6,80	42,07–46,93	28	65
d5 mm T, мкм (um)	43,93 ± 5,50	41,96–45,90	31	57
d7 mm T, мкм (um)	41,83 ± 5,50	39,86–43,80	28	58
Среднее значение мкм / Total, um	44,19 ± 5,10	42,36–46,01	28	65
Толщина стромы / Stroma thickness				
Центральная зона, мкм / Central, um	343,23 ± 41,40	328,42–358,05	271	410
d5 mm S, мкм (um)	351,00 ± 44,05	335,24–366,76	264	425
d7 mm S, мкм (um)	362,37 ± 45,41	346,12–378,62	272	476
d5 mm N, мкм (um)	351,87 ± 40,83	337,26–366,48	284	416
d7 mm N, мкм (um)	367,83 ± 42,05	352,79–382,88	278	433
d5 mm I, мкм (um)	351,37 ± 37,98	337,78–364,96	285	417
d7 mm I, мкм (um)	366,90 ± 43,65	351,28–382,52	278	490
d5 mm T, мкм (um)	346,77 ± 41,94	331,76–361,78	278	414
d7 mm T, мкм (um)	361,67 ± 43,80	345,99–377,34	281	438
Среднее значение мкм / Total, um	355,89 ± 40,44	341,42–370,36	264	490
Толщина роговицы / Cornea thickness				
Центральная зона, мкм / Central, um	388,37 ± 41,45	373,54–403,20	302	453
d5 mm S, мкм (um)	395,67 ± 44,04	379,91–411,43	297	470
d7 mm S, мкм (um)	404,80 ± 45,51	388,51–421,09	359,29	450,31
d5 mm N, мкм (um)	397,57 ± 40,50	383,07–412,06	316	468
d7 mm N, мкм (um)	412,40 ± 42,17	397,31–427,49	309	471
d5 mm I, мкм (um)	396,30 ± 37,56	382,86–409,74	322	459
d7 mm I, мкм (um)	411,40 ± 44,15	395,60–427,20	306	527
d5 mm T, мкм (um)	390,70 ± 41,68	375,78–405,62	309	458
d7 mm T, мкм (um)	403,50 ± 43,12	388,07–418,93	309	475
Среднее значение мкм Total, um	400,08 ± 40,23	385,68–414,47	309,44	471,56

Примечание. Параметры толщины (в мкм) представлены в следующих зонах роговицы: центральной зоне (Central), зоне верхнего сегмента диаметра 5 мм (d5 mm S, Superior), верхнего сегмента диаметра 7 мм (d7 mm S, Superior), внутреннего сегмента диаметра 5 мм (d5 mm N, Nasalis), внутреннего сегмента диаметра 7 мм (d7 mm N, Nasalis), нижнего сегмента диаметра 5 мм (d5 mm I, Inferior), нижнего сегмента диаметра 7 мм (d7 mm I, Inferior), наружного сегмента диаметра 5 мм (d5 mm T, Temporalis), наружного сегмента диаметра 7 мм (d7 mm T, Temporalis), а также среднее значение (Total).

Note. Thickness parameters (in microns) are presented in the following corneal zones: the central zone (Central), the zone of the upper segment with a diameter of 5 mm (d5 mm S, Superior), the upper segment with a diameter of 7 mm (d7 mm S, Superior), the inner segment with a diameter of 5 mm (d5 mm N, Nasalis), the inner segment diameter 7 mm (d7 mm N, Nasalis), lower segment diameter 5 mm (d5 mm I, Inferior), lower segment diameter 7 mm (d7 mm I, Inferior), outer segment diameter 5 mm (d5 mm T, Temporalis), outer segment diameter 7 mm (d7 mm T, Temporalis), as well as the average value (Total).

В результате проведения корреляционного анализа параметров роговицы и передней камеры глаза были обнаружены статистически значимые взаимосвязи: выявлена прямая связь высокой тесноты между диаметром зрачка и объемом передней камеры, а также прямая связь умеренной тесноты между величиной радужно-роговичного угла и объемом передней камеры (табл. 3). Данное обстоятельство может свидетельствовать о хорошей мобильности иридо-хрусталиковой диафрагмы при расширении зрачка у этого животного, что важно учитывать при изучении гидродинамики водянистой влаги в экспериментальных исследованиях, затрагивающих передний отрезок глаза кролика, будь то хирургия катаракты, глаукомы, иридопластика или реконструкция передней камеры.

Параметры роговицы, исследованные при помощи оптической когерентной томографии, представлены в таблице 4 в виде следующих показателей: толщина роговицы, толщина эпителия и толщина стромы. Пример протокола исследования оптической томографии роговицы кролика представлен на рисунке 7. Средняя толщина эпителия роговицы кролика составила $44,19 \pm 5,10$ мкм, средняя толщина стромы — $343,23 \pm 41,40$ мкм, толщина роговицы в целом в центральной зоне — $388,37 \pm 41,45$ мкм. Последняя плавно возрастает от центра к периферии. Толщина эпителия достоверно не различается в зависимости от топографии роговицы. Толщина стромы, в свою очередь, аналогично увеличивается от центра к периферии, что также важно учитывать в экспериментальных исследованиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные нами оптические и морфометрические характеристики роговицы и передней камеры глаза кроликов породы советская шиншилла могут быть полезны в офтальмологии при планировании экспериментов с использованием данных животных. Нами не было выявлено значимых различий в рефракционных и морфологических свойствах роговицы между кроликами породы советская шиншилла и новозеландским белым кроликом. Представляет также

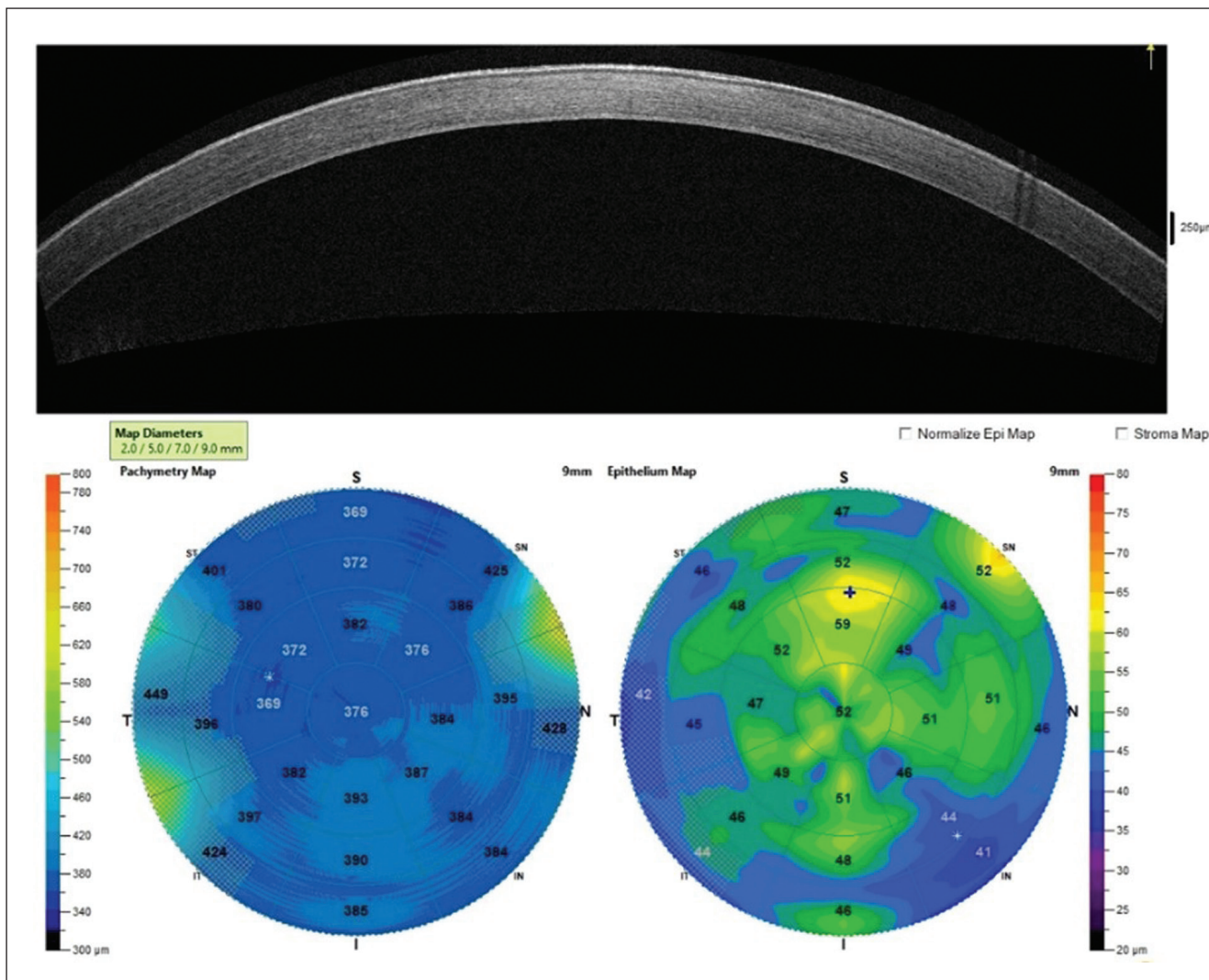


Рис. 7. Протокол исследования оптической томографии роговицы кролика. На сагиттальном срезе отчетливо визуализируется эпителий, основное вещество стромы и десцеметова мембрана с выступающим ее эпителием. Карта толщины (Pachymetry Map) и эпителиальная карта (Epithelium Map) наглядно иллюстрируют рельеф и толщину соответствующих структур

Fig. 7. Protocol for the study of optical tomography of the rabbit cornea. The epithelium, the main substance of the stroma and the Descemet membrane with the epithelium lining it are clearly visualized on the sagittal section. The thickness map (Pachymetry Map) and epithelial map (Epithelium Map) clearly illustrate the relief and thickness of the corresponding structures

интерес обнаруженная при помощи корреляционного анализа прямая взаимосвязь объема передней камеры, диаметра зрачка и величины радужно-роговичного угла, что значимо для гидродинамики водянистой влаги и хирургических манипуляций на переднем отрезке.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Долбилкин А.А. — сбор и обработка материала, написание текста;
Юрьева Т.Н. — научное редактирование;
Лозовская Е.А. — сбор и обработка материала;
Никифоров С.Б. — научное редактирование;
Григорьева А.В. — сбор и обработка материала;
Самсонов Д.Ю. — сбор и обработка материала.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Chisolm JJ. The Successful Transplanting of a Piece of Rabbit's Cornea into the Human Eye, for the Purpose of Restoring Sight to a Blind Man. *Am J Dent Sci.* 1888;22(3):118–124.
- Гайдук ИА. Вклад гистологов научной школы Военно-медицинской академии в исследование десцеметова эпителия. СПб.: Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, 2023.
Gaiduk IA. Contribution of histologists of the scientific school of the Military Medical Academy to the study of descemetov epithelium. St. Petersburg: Military Medical Academy named after S.M. Kirov, 2023 (In Russ.).
- Moffatt SL, Cartwright VA, Stumpf TH. Centennial review of corneal transplantation. *Clin Exp Ophthalmol.* 2005;33(6):642–657. doi: 10.1111/j.1442-9071.2005.01134.x.
- Wilson SE. The Cornea: No Difference in the Wound Healing Response to Injury Related to Whether, or Not, There's a Bowman's Layer. *Biomolecules.* 2023;13(5):771. doi: 10.3390/biom13050771.
- Wilson SE. Bowman's layer in the cornea- structure and function and regeneration. *Exp Eye Res.* 2020;195:108033. doi: 10.1016/j.exer.2020.108033.
- Petroll WM, Kivanany PB, Hagenasr D, Graham EK. Corneal Fibroblast Migration Patterns During Intrastromal Wound Healing Correlate With ECM Structure and Alignment. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2015;56(12):7352–7361. doi: 10.1167/iovs.15-17978.
- Ibrahim N, Hifny A, Elhanbaly R, El-Desoky SMM, Gaber W. Morphogenetic events influencing corneal maturation, development, and transparency: Light and

- electron microscopic study. *Microsc Res Tech.* 2023;86(5):539–555. doi: 10.1002/jemt.24293.
8. Abdo M, Haddad S, Emam M. Development of the New Zealand White Rabbit Eye: I. Pre- and Postnatal Development of Eye Tunics. *Anat Histol Embryol.* 2017;46(5):423–430. doi: 10.1111/ahel.12284.
 9. Baraya M, Moore J, Lopes BT, Wu R, Bao F, Zheng X, Consejo A, Abass A. Limitations of Reconstructing Pentacam Rabbit Corneal Tomography by Zernike Polynomials. *Bioengineering (Basel).* 2022;10(1):39. doi: 10.3390/bioengineering10010039.
 10. Yüksel H, Türkcü FM, Ari Ş, Çinar Y, Cingü AK, Şahin M, Şahin A, Özkurt Z, Çaçı İ. Anterior segment parameters of rabbits with rotating Scheimpflug camera. *Vet Ophthalmol.* 2015;18(3):210–213. doi: 10.1111/vop.12150.
 11. Vohra M, Gour A, Rajput J, Sangwan B. Burn-Induced Neurotrophic Keratitis Model in New Zealand Rabbit Investigated Using Medical Clinical Readouts and In Vivo Confocal Microscopy (IVCM). *Cells.* 2024;13(5):379. doi: 10.3390/cells13050379.
 12. Шевченко АА, Черных ОЮ, Стрельников ВВ, Шевченко ЛВ. Биологические особенности и болезни нутрий, кроликов. Учебное пособие. Краснодар: КубГАУ, 2008. Shevchenko AA, Chernykh OYu, Strelnikov VV, Shevchenko LV. Biological features and diseases of nutria, rabbits. A study guide. Krasnodar: KubGAU, 2008 (In Russ.).
 13. Федосеева ЕВ, Ченцова НВ, Боровкова НВ. Возможности богатой тромбоцитами плазмы в лечении дефектов роговицы (экспериментальное исследование). *Точка зрения. Восток — Запад.* 2019;1:51–53. Fedoseeva EV, Chentsova NV, Borovkova NV. The possibilities of platelet-rich plasma in the treatment of corneal defects (experimental study). *Point of view. East — West.* 2019;1:51–53 (In Russ.). doi: 10.25276/2410-1257-2019-1-51-53.
 14. Ярмамедов ДМ, Затолокина МА, Липатов ВА. Морфологические аспекты динамики регенерации роговицы при лечении инфицированной травмы различными методами. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета.* 2018;4(68):73–76. Yarmamedov DM, Zatolokina MA, Lipatov VA. Morphological aspects of the dynamics of corneal regeneration in the treatment of infected trauma by various methods. *Bulletin of the Volgograd State Medical University.* 2018;4(68):73–76 (In Russ.). doi: 10.19163/1994-9480-2018-4(68)-73-76.
 15. Германова ВН, Карлова ЕВ, Нефедова ИФ, Радайкина МВ. Экспериментальная модель хронического воспаления тканей глазной поверхности, ассоциированного с медикаментозным лечением глаукомы. *Точка зрения. Восток — Запад.* 2022;2:12–19. Germanova VN, Karlova EV, Nefedova IF, Radaikina MV. Experimental model of chronic inflammation of ocular surface tissues associated with drug treatment of glaucoma. *Point of view. East — West.* 2022;2:12–19 (In Russ.). doi: 10.25276/2410-1257-2022-2-12-19.
 16. Анагычук ЛИ, Пасечникова НВ, Задорожный ОС, Назаретян РЭ. Распределение температуры в различных отделах глаза кролика в зависимости от температуры окружающей среды. *Офтальмология. Восточная Европа.* 2015;4(27):60–68. Anatyuchuk LI, Pasechnikova NV, Zadorozhny OS, Nazaretyan RE. The temperature distribution in different parts of the rabbit's eye depends on the ambient temperature. *Ophthalmology. Eastern Europe.* 2015;4(27):60–68 (In Russ.).
 17. Мушкова ИА, Борзенко СА, Каримова АН, Шкандина ЮВ. Гистоморфологические изменения роговицы кролика после имплантации внутрироговичных линз и электронно-микроскопическое обоснование полученных результатов. *Вестник Оренбургского государственного университета.* 2015;12(187):151–154. Mushkova IA, Borzenok SA, Karimova AN, Shkondina YuV. Histomorphological changes in the rabbit cornea after implantation of intracorneal lenses and electron microscopic substantiation of the results obtained. *Bulletin of the Orenburg State University.* 2015;12(187):151–154 (In Russ.).
 18. Малюгин БЭ, Терещенко АВ, Антонова ОП. Изучение процессов репопуляции роговицы кролика эндотелиальными клетками при экспериментальном моделировании частичной трансплантации эндотелия и десцеметовой мембраны. *Офтальмохирургия.* 2019;4:7–15. Malugin BE, Tereshchenko AV, Antonova OP. To study the processes of depopulation of the rabbit cornea by endothelial cells in experimental modeling of partial transplantation of the endothelium and descemet membrane. *Ophthalmosurgery.* 2019;4:7–15 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2019-4-7-15.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Долбилкин Александр Александрович
аспирант кафедры глазных болезней
<https://orcid.org/0009-0001-7800-3688>

Юрьева Татьяна Николаевна
доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе, профессор кафедры глазных болезней
<https://orcid.org/0000-0003-0547-7521>

Лозовская Евгения Александровна
кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник научного отдела экспериментальной хирургии с виварием
<https://orcid.org/0000-0003-3851-128X>

Никифоров Сергей Борисович
доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник, заведующий научным отделом экспериментальной хирургии с виварием
<https://orcid.org/0000-0002-0486-9235>

Григорьева Алина Валерьевна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог диагностического отделения
<https://orcid.org/0000-0003-0286-8412E>

Самсонов Дмитрий Юрьевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог диагностического отделения, заведующий научно-образовательным отделом
<https://orcid.org/0000-0001-7971-4521>

ABOUT THE AUTHORS

Dolbilkin Alexander A.
postgraduate
<https://orcid.org/0009-0001-7800-3688>

Iureva Tatiana N.
MD, Professor, deputy director for science, Professor of the eye disease department
<https://orcid.org/0000-0003-0547-7521>

Lozovskaya Evgeniya A.
PhD, senior researcher at the Scientific Department of Experimental Surgery with Vivarium
<https://orcid.org/0000-0003-3851-128X>

Nikiforov Sergey B.
MD, senior researcher, head of the Scientific Department of Experimental Surgery with Vivarium
<https://orcid.org/0000-0002-0486-9235>

Grigorieva Alina V.
PhD, ophthalmologist at the Diagnostic Department
<https://orcid.org/0000-0003-0286-8412>

Samsonov Dmitry Yu.
PhD, ophthalmologist of the Diagnostic Department, head of the Scientific and Educational Department
<https://orcid.org/0000-0001-7971-4521>