



ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ LITERATURE REVIEW

Обзор

УДК 617.713

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2023-3-45-49>

Кератопротезы в современной офтальмохирургии

И.А. Тухватшина¹, Р.Ю. Зиязетдинова¹, Л.Н. Исмагилова¹, О.И. Оренбуркина², Т.И. Биккузин²

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Уфа

²Всероссийский центр глазной и пластической хирургии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, Уфа

РЕФЕРАТ

На фоне проблемы дефицита донорских роговиц для кератопластики широкое применение в мировой офтальмохирургической практике у пациентов в ряде тяжелых случаев (при стойких интенсивных помутнениях, бельмах роговицы 4–5-й категории, в том числе с ее неоваскуляризацией, после ожогов, множественных трансплантационных неудач, при обширном симблефароне, синдромах Стивенса – Джонсона, Лайела, глазном рубцующимся пемфигоиде и т.п.) получили кератопротезы, которые в основном состоят из синтетических материалов и показывают хорошую приживляемость, а также достаточно высокий процент восстановления зрения. В статье представлен обзор научной литературы, посвященный кератопротезам, нашедшим наибольшее распространение в мировой офтальмологической практике. Приведены характеристики различных моделей кератопротезов, показания и результаты их применения, включающие осложнения, процент успеха и послеоперационную остроту зрения. Каждая из представленных моделей кератопротезов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому проблема их совершенствования для достижения оптимального результата операции по-прежнему остается актуальной и нуждается в дальнейшем изучении.

Ключевые слова: офтальмохирургия, помутнение роговицы, кератопластика, множественные трансплантационные неудачи, кератопротезы

Для цитирования: Тухватшина И.А., Зиязетдинова Р.Ю., Исмагилова Л.Н., Оренбуркина О.И., Биккузин Т.И.

Кератопротезы в современной офтальмохирургии. Точка зрения. Восток – Запад. 2023;3: 45–49.

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2023-3-45-49>

Автор, ответственный за переписку: Тухватшина Ильнара Альфировна, ilnara-22-98@mail.ru

Review

Keratoprosthesis in present ophthalmology

I.A. Tukhvatshina¹, R.Yu. Ziyazetdinova¹, L.N. Ismagilova¹, O.I. Orenburkina², T.I. Bikkuzin²

¹Bashkir state medical university of the Ministry of Health of the Russian Federation, Ufa, Russian Federation

²All-Russian Eye and Plastic Surgery Center of the Bashkir State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Ufa, Russian Federation

ABSTRACT

The shortage of donor corneas for keratoplasty in patients with severe disorders (persistent opacity, corneal leucoma of IV–V categories, including leucoma with vascularization, after burns, multiple transplant failures, with extensive symblepharon, Stevens – Johnson syndrome, Lyell's syndrome, ocular cicatricial pemphigoid, etc) is currently compensated by keratoprosthesis, which partly or completely consist of synthetic materials, show good engraftment and high vision restoration efficacy.

The article is a review of main scientific papers on keratoprosthesis. The authors state characteristics of different types of keratoprosthesis, indications and outcomes of their use, complications, efficacy rate and postoperative visual acuity. Each of the presented types of keratoprosthesis has its own benefits and drawbacks, so their improvement to achieve better surgical outcomes remains relevant and needs further study.

Key words: ophthalmic surgery, corneal opacity, keratoplasty, multiple transplant failures, keratoprosthesis

For quoting: Tukhvatshina I.A., Ziyazetdinova R.Yu., Ismagilova L.N., Orenburkina O.I., Bikkuzin T.I. Keratoprosthesis

in present ophthalmology. Point of view. East – West. 2023;3:45–49. DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2023-3-45-49>

Corresponding author: Ilnara A. Tukhvatshina, ilnara-22-98@mail.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Нередко следствием различных заболеваний или травм роговицы вследствие развития стойкого и интенсивного ее помутнения становится значительное снижение зрения или даже практически

слепота. В структуре заболеваний органа зрения патологические состояния роговицы составляют 17–25%. Около 40 млн человек страдают слепотой, которая у 12% из них связана с патологией роговицы. Это свидетельствует о высокой нуждаемости в пересадке роговицы [1, 2]. Наиболее распространенным методом лечения роговичной слепоты считается кератопластика.

К сожалению, приходится признать, что на сегодняшний день еще не разработано оптимальной замены донорской роговицы как в анатомическом, так и функциональном отношении, несмотря на множество исследований в этой области.

Пересадка донорского трансплантата не может эффективно решить проблемы роговичной слепоты по следующим причинам. Во-первых, проблема дефицита кадаверных донорских роговиц стоит очень остро и на протяжении уже ряда лет остается актуальной, т.е. существует значительная нехватка роговичного материала в мире (в частности, одна донорская роговица на 70 необходимых случаев кератопластики) согласно исследованию, проведенному в 2016 г. [3]. Во-вторых, строительство и обслуживание банка для сбора и хранения роговицы обходится дорого, и, в-третьих, донорская роговица наиболее пригодна для операции в течение первых нескольких дней после ее изъятия [4]. Несмотря на то что методы кератопластики постоянно совершенствуются и в послеоперационном периоде активно используются иммуносупрессоры, процент прозрачного приживления трансплантата в осложненных случаях (при ожогах роговицы, аутоиммунных заболеваниях и т.д.) значимо не повысился. Риск отторжения роговичного трансплантата в таких случаях остается высоким. Именно поэтому проведение кератопротезирования, т.е. применение трансплантатов, созданных на основе синтетических материалов у данной категории, пациентов становится актуальным.

ЦЕЛЬ

Анализ информации о моделях кератопротезов, применяющихся в настоящее время, способах их имплантации, результатах и осложнениях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен анализ российских и зарубежных работ на ресурсах PubMed, Medline, eLIBRARY за последние 20 лет. Критерием выбора были материалы, посвященные различным моделям кератопротезов, осложнениям и эффективности при их применении.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Мысль о вживлении в бельмо прозрачного искусственного аллопластического материала с целью восстановления зрения была высказана Guillaume Pellier de Quengsi еще в 1789 г. В СССР кератопротезирование впервые выполнил академик В.П. Филатов в 1936 г. [5]. В настоящее время в мировой практике применение получили такие протезы, как кератопротез Федорова – Зуева, Бостонский кератопротез (В-KPro) I и II типа, остео-одонто-кератопротез (ООКП) и AlphaCor.

Кератопротез Федорова – Зуева разработан отечественными офтальмологами в 1972 г. Опорной моделью для его создания послужил кератопротез Choусе-2,

предложенный в 1968 г. Кератопротез Федорова – Зуева представлен опорным базисом из тантала и оптическим цилиндром из органического стекла, закрепленным резьбовым соединением с втулкой и скрепленным с основой. С 1972 по 2012 г. проведены успешные имплантации данного протеза в 631 глазу. Техника имплантации данного кератопротеза состоит из 2 этапов. На первом этапе производят непроницающий разрез по лимбу на 2/3 толщины роговицы и внедряют в ее ткань опорную пластину кератопротеза, а через 3 месяца трепанируют бельмо насквозь и вкручивают оптический цилиндр в титановую пластину [6]. Недостаток классической модели кератопротеза Федорова – Зуева заключается в его относительно низкой приживляемости вследствие несовершенства основы – непроницаемой пластины, которая на большой площади разделяет слои роговицы, тем самым нарушая их взаимосвязь, трофику, что приводит к довольно частому развитию асептического некроза.

Успешные результаты кератопротезирования у 89 пациентов спустя 2 года были отмечены в 78,2% случаев, а через год – в 60% [7]. Имплантация протеза Федорова – Зуева была сопряжена с развитием следующих осложнений: развитием ретропротезной мембраны (90%), зарастанием оптического цилиндра (45%), асептическим некрозом роговицы (35%) и даже инфекционным эндофтальмитом и отслойкой сетчатки (10%).

В 2021 г. на Всероссийском конгрессе офтальмологов А.В. Головин представил усовершенствованную модель кератопротеза и метод ее имплантации с использованием донорской роговицы. Так, в новой конструкции протеза диаметр опорной пластины и трепанационного отверстия был уменьшен до 6,0–6,5 и 8 мм, а оптический цилиндр увеличен до 2,0–2,5 мм. Это позволило уменьшить число интра- и послеоперационных осложнений (экспульсивной геморрагии, выпадения стекловидного тела, хрусталика, зарастания оптического цилиндра и т.д.). Операция проводится в один этап. Сначала донорскую роговицу расслаивают фемтосекундным лазером и в сформированный карман вводят опорную пластину, затем комплекс кератопротеза и трансплантата подшивают к паралимбальной части роговицы пациента с возможным укреплением протеза аутофасцией височной мышцы.

Первые усилия в создании Бостонского кератопротеза (В-KPro, Massachusetts Eye & Ear Infirmary, США) были предприняты Claes Dohlman еще в 1968 г., но только в 1992 г. Управление по контролю за продуктами и лекарствами (FDA) выдало разрешение на использование его в США. В настоящее время в мире ежегодно выполняется около 1000 операций с применением данного кератопротеза, а всего в мире на 2015 г. было зафиксировано более 15 тыс. хирургических вмешательств [8, 9].

Кератопротез состоит из передней пластины с оптическим стержнем из полиметилметакрилата (ПММА), задней пластины и титанового фиксирующего с-образного кольца. За время своего существования протез претерпел некоторые изменения. Например, в сплошной задней пластине появились отверстия для обеспечения питания роговицы, а с 2005 г. ее начали изготавливать из титана, что снизило риск образования ретропротез-

ных мембран. В конструкции протеза появилось титановое стопорное кольцо для предотвращения внутриглазного разъединения устройства. К тому же в новом варианте кератопротеза отсутствует резьба, что сделано для лучшей защиты десцеметовой мембраны и эндотелия трансплантата от повреждений во время имплантации [10–12].

Существует 2 варианта устройства: В-KPro I типа представляет собой устройство из передней пластины, оптического стержня, задней пластины с отверстиями и титанового стопорного кольца, которое защелкивается за задней пластиной. Обеспечивает максимальное поле зрения в 60°. В ходе операции донорская роговица зажимается между двумя пластинами, оптический стержень передней пластины пропускают через небольшое (диаметром 3 мм) отверстие роговичного трансплантата, задняя пластина плотно надевается на стержень и фиксируется титановым кольцом. Далее данный комплекс сшивается с периферической частью роговицы реципиента [13]. В-KPro I типа рекомендуется для пациентов с достаточной продукцией слезы, обеспечивающей хорошее увлажнение роговицы. В-KPro II типа целесообразно использовать при недостаточном увлажнении глазной поверхности, устройство отличается наличием дополнительного 2-миллиметрового оптического элемента, который имплантируется после тарзорафии. Обеспечивает поле зрения в 40° от точки фиксации.

Согласно обобщенным данным, имплантация В-KPro может вызвать следующие осложнения: в 10% – эндофтальмит, в 15–27% – вторичную глаукому, в 3–5% – стерильный витриит, в 25–44% – развитие ретропротезной мембраны [13–15]. Что же касается эффективности, то, например, B.L. Zerbe и соавт. [14] при наблюдении за пациентами (всего сделано 322 операции) в течение 8,5 месяца получил 95% успех при остроте зрения: в 57% случаев – 0,1 и более, в 19% – 0,5 и более. Уменьшение эффективности операции и снижение зрения было связано с осложнениями: в 25% случаев возникла ретропротезная мембрана, в 15% – высокое внутриглазное давление, в 5% – стерильный витриит. При увеличении сроков наблюдения за пациентами до 17–19 месяцев эффективность операции уменьшилась до 83–84% [15, 16].

ООКП в 1963 г. впервые описал В. Strampelli, а в 2005 г. он был усовершенствован G. Falcinelli. В ходе операции глазная поверхность заменяется трансплантатом слизистой оболочки полости рта, что обеспечивает поддержку оптического цилиндра из ПММА, встроенного и поддерживаемого тканью из зубной альвеолы самого пациента.

Остео-одонто-кератопротезирование проводится в 2 этапа. На первом этапе выполняется поверхностная кератэктомия, после чего сверху подшивается аутолооскут слизистой оболочки из внутренней поверхности щеки. Из зуба пациента вырезается тонкая пластинка, в ней высверливается отверстие, в куда вставляется цилиндр из ПММК, и весь комплекс вшивается в щеку пациента. На втором этапе трансплантационный комплекс вырезают из щеки. На лоскуте слизистой оболочки, приживленной к роговице, делают надрез. Трансплантат вставляют в глаз после предварительного удаления хрусталика. Лоскут слизистой оболочки снова зашивается, а

над пластиковым прозрачным цилиндром вырезается небольшой участок. После окончательного приживления пациент в косметических целях может использовать склеральную линзу, которая внешне выглядит как нормальный глаз со зрачком и радужкой в окружении белой склеры.

Имплантация ООКП сопряжена с риском следующих осложнений: в 20% случаев – глаукомы, в 6% – стерильного витриита, в 2% – отслойки сетчатки, эндофтальмита, патологической гипотонии или разрастания слизистой оболочки. Кроме того, в 6% случаев имело место образование свищей, а в 4% – отторжение оптического цилиндра [17–19]. Изучив результаты 50 операций с применением ООКП у пациентов, наблюдавшихся 38 месяцев, G. Iuеt и соавт. [19], в частности, получил успех в 96% случаев.

Следует отметить, что применение кератопротезов ограничено строгими показаниями. Например, вышеуказанный протез, как и кератопротез В-KPro, используются при стойких интенсивных помутнениях роговицы в том числе с ее неоваскуляризацией (бельмах 4–5-й категории), ожогах, обширном симблефароне, тяжелом синдроме «сухого глаза», аутоиммунных воспалениях (синдром Стивенса – Джонсона, токсический эпидермальный некролиз, глазной рубцующийся пемфигоид и т.п.), после перенесенной трахомы, множественных трансплантационных неудачах, в том числе рецидивированием отторжения трансплантата и др. [17].

В 1998 г. впервые имплантирован в глаз человека кератопротез AlphaCor KPro (Addition Technology Inc., Des Plaines, США), а в 2003 г. он был одобрен FDA в США. Данный кератопротез изготавливается из поли-2-гидроксиэтилметакрилата. Состоит из центральной оптической прозрачной зоны с низким содержанием воды в материале и периферической непрозрачной зоны с высоким содержанием воды. Имплантацию производят в строму роговицы в 2 этапа. Изначально от верхнего лимба расслаивают роговицу пациента на две части на протяжении 180° (с 12 до 6 часов). Затем задний слой роговицы трепанируют диаметром 3,5 мм в центре, протез имплантируют между задним и передним лоскутом роговицы, по периферии подшивают непрерывным швом. Далее через 2–3–6 месяцев трепанируют передний лоскут роговицы [20]. Данный кератопротез применяли в основном при неоднократных неудачных трансплантациях роговицы в прошлом. Следует подчеркнуть, что одним из показаний к использованию AlphaCor KPro авторы считают сохранный слезопроизводящий аппарат. Из осложнений при имплантации кератопротеза AlphaCor KPro зафиксированы следующие: в 11,4% – расплавление стромы роговицы, в 5,1% – блокада оптической части ретропротезной мембраной, в 3,9% – другие осложнения. Положительный результат после 322 операций был достигнут исследователями в 92, 80 и 62% случаев после 6 месяцев, первого и второго года наблюдения соответственно [21].

Необходимо упомянуть и о кератопротезе CorNeat KPro, который впервые был имплантирован в глаз человека с неоваскуляризованным бельмом роговицы в Израиле в 2021 г. Ожидается, что протез будет одобрен для широкого использования в клинической практике в 2024

г. Он состоит из двух элементов: центральной оптической части из ПММА и наружной части, которая представлена электроформованными карбонизированными полиуретановыми волокнами. Операция заключается в проведении перитомии на 360°, выскабливания эпителия, маркировки роговицы и наложения трех фиксирующих корнеосклеральных швов, которые обеспечивают централизацию, водонепроницаемость и ограничивают риск сдвига кератопротеза. Далее следует трепанация с удалением центральной части роговицы, установление кератопротеза, затягивание швов и репозиция конъюнктивы поверх имплантата. Фиксирование кератопротеза осуществляется не только при помощи швов, но и фибринового герметика. Устройство имеет «порты доступа» для будущих возможных офтальмологических операций. О послеоперационных осложнениях данных нет. Эту модель авторы рекомендуют использовать при стойких помутнениях роговицы после неудачной кератопластики, герпетическом кератите, аниридии, синдроме Стивенса – Джонсона, васкуляризованной помутневшей роговице [22, 23].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в настоящее время в клинической практике используется относительно немного моделей кератопротезов, по результатам их использования накоплен определенный опыт. Каждая из существующих моделей того или иного кератопротеза имеет свои преимущества и недостатки. В частности, к недостаткам остео-одонто-кератопротезирования относится использование аутоканей (слизистой щеки, ткани зубной альвеолы), что, естественно, сопряжено с рядом сложностей. Несмотря на сложность процедуры, требующей нескольких операций, растянутых во времени на месяцы, остео-одонто-кератопротезирование тем не менее остается востребованным, так как обладает достаточно высоким процентом успешных исходов и позволяет вернуть зрение в случаях, когда другие модели по ряду причин неприменимы [24]. Для имплантации кератопротеза AlphaCor KPro, Бостонского (I типа) и кератопротеза Федорова – Зуева необходима жизнеспособная периферия роговицы и сохраненный слезопroduцирующий аппарат глаза реципиента, а для B-KPro еще и донорская роговица. Кератопротез CorNeat KPro не требует использования алло- или аутогенного материала, что расширяет возможности его применения. Однако, ввиду малого опыта его применения CorNeat KPro, вопрос о характере и частоте послеоперационных осложнений остается открытым. Проблема совершенствования кератопротезов для достижения оптимального результата операции остается по-прежнему актуальной и нуждается в дальнейшем изучении.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Levis HJ, Peh GS, Toh KP. Plastic compressed collagen as a novel carrier for expanded human corneal endothelial cells for transplantation. *PLoS One*. 2012;7(11):e50993. doi: 10.1371/journal.pone.0050993
2. Дронов М.М. Использование кератопластики при оказании офтальмологической помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях. Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2016;4: 44–49. [Dronov MM. Keratoplasty in ophthalmologic assistance to victims in emergencies. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016;4: 44–49. (In Russ.)] doi: 10.25016/2541-7487-2016-0-4-44-49
3. Philippe G, Jullienne R, He Z, Aldossary M, Acquart S, Cognasse F, Thuret G. Global survey of corneal transplantation and eye banking. *JAMA Ophthalmol*. 2016;33(9): 914–918. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2015.4776
4. Stulting RD, Lass JH, Terry MA, et al. Factors associated with graft rejection in the cornea preservation time study. *Am J Ophthalmol*. 2018;196: 197–207. doi: 10.1016/j.ajo.2018.10.005
5. Чернетский И.С., Макаров П.В., Беляев Д.С. Об истории и перспективах кератопротезирования. Российский офтальмологический журнал. 2009;2(2): 47–51. [Chernetsky IS, Makarov PV, Belyaev DS. On the history and prospects of keratoprosthetics. *Russian Ophthalmological Journal*. 2009;2(2): 47–51. (In Russ.)]
6. Мороз З.И., Власова В.А., Ковшун Е.В. История кератопротезирования в МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова. Офтальмохирургия. 2014;4: 50–55. [Moroz ZI, Vlasova VA, Kovshun EV. The history of keratoprosthetics in the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution. *Ophthalmosurgery*. 2014;4: 50–55. (In Russ.)]
7. Макаров П.В., Гундорова Р.А., Ченцова Е.В., Лепарская Н.Л., Кугушева А.Э. Отдаленные результаты кератопротезирования протезом Федорова–Зуева у пациентов с последствиями особо тяжелых ожогов глаз. Современные технологии в офтальмологии. 2020;4: 41–42. [Makarov PV, Gundorova RA, Chentsova EV, Leparskaya NL, Kugusheva AE. Long-term results of keratoprosthetics with Fedorov-Zuev prosthesis in patients with the consequences of particularly severe eye burns. *Modern technologies in ophthalmology*. 2020;4: 41–42. (In Russ.)] doi: 10.25276/2312-4911-2020-4-41-42
8. Dohlman CH, Cruzat A, White M. The Boston keratoprosthesis 2014: a step in the evolution of artificial corneas. *Spektrum der Augenheilkunde*. 2014;28(6): 226–233. doi: 10.1007/s00717-014-0240-7
9. Dohlman CH. Boston Keratoprosthesis-The First 50 Years: Some Reminiscences. *Annu Rev Vis Sci*. 2022;8(1): 1–32. doi: 10.1146/annurev-vision-100820-021253
10. Kanellopoulos AJ, Asimellis G. Long-term safety and efficacy of highuence collagen crosslinking of the vehicle cornea in Boston keratoprosthesis type 1. *Cornea*. 2014;33(9): 914–918. doi: 10.1097/ico.0000000000000176
11. Todani A, Ciolino JB, Ament JD, Colby KA, Pineda R, Belin MW, Aquavella JV, Chodosh J, Dohlman CH. Titanium back plate for a PMMA keratoprosthesis: clinical outcomes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2011;249(10): 1515–1518. doi: 10.1007/s00417-011-1684-y
12. Talati RK, Hallak JA, Karas FI, Cruz J, Cortina MS. Retroprosthetic Membrane Formation in Boston Keratoprosthesis: A Case-Control-Matched Comparison of Titanium Versus PMMA Backplate. *Cornea*. 2018;37(2): 145–150. doi: 10.1097/ico.0000000000001462
13. Al Arfaj K. Boston keratoprosthesis – Clinical outcomes with wider geographic use and expanding indications – A systematic review. *Saudi Journal of Ophthalmology*. 2015;29(3): 212–221. doi: 10.1016/j.sjopt.2015.02.001
14. Zerbe BL, Belin MW, Ciolino JB. Results from the multicenter Boston Type 1 Keratoprosthesis Study. *Ophthalmology*. 2016;113(10): 1779–1784. doi: 10.1016/j.ophtha.2006.05.015
15. Hammersmith KM. The Boston type I keratoprosthesis: improving outcomes and expanding indications. *Yearbook of Ophthalmology*. 2009. doi: 10.1016/s0084-392x(09)79165-8
16. Bradley JC, Graue EH, Schwab IR, Mannis MJ. Boston type 1 keratoprosthesis: the university of california davis experience. *Cornea*. 2009;28(3): 321–327. doi: 10.1097/ico.0b013e31818b8bfa
17. Tan A, Tan DT, Tan X, Mehta JS. Osteo-odonto Keratoprosthesis: Systematic Review of Surgical Outcomes and Complication Rates. *The Ocular Surface*. 2012;10(1): 15–25. doi: 10.1016/j.jtos.2012.01.003

18. Moussa S, Reitsamer H, Ruckhofer J, Grabner G. The Ocular Surface and How It Can Influence the Outcomes of Keratoprosthesis. *Current Ophthalmology Reports*. 2016;4(4): 220–225. doi: 10.1007/s40135-016-0116-x
19. Iyer G, Pillai VS, Srinivasan B, Falcinelli G, Padmanabhan P, Guruswami S, Falcinelli G. Modified osteo-odonto keratoprosthesis-the Indian experience-results of the first 50 cases. *Cornea*. 2010;29(7): 771–776. doi: 10.1097/ico.0b013e3181ca31fc
20. Avadhanam V, Smith H, Liu C. Keratoprostheses for corneal blindness: a review of contemporary devices. *Clinical Ophthalmology*. 2015. doi: 10.2147/oph.s27083
21. Hicks CR, Crawford GJ, Tan DT, Snibson GR, Sutton GL, Downie N, Gondhowiardjo TD, Lam DS, Werner L, Apple D, Constable IJ. AlphaCor cases: comparative outcomes. *Cornea*. 2003;22(7): 583–590. doi: 10.1097/00003226-200310000-00001
22. Litvin G, Klein I, Litvin Y, Klaiman G, Nyska A. CorNeat KPro: Ocular Implantation Study in Rabbits. *Cornea*. 2021;40(9): 1165–1174. doi: 10.1097/ico.0000000000002798
23. Bahar I, Reitblat O, Livny E, Litvin G. The first-in-human implantation of the Corneat keratoprosthesis. *Eye*. 2023;37(7): 1331–1335. doi: 10.1038/s41433-022-02105-3
24. Zarei-Ghanavati M, Avadhanam V, Vasquez Perez A, Liu C. The osteo-odonto-keratoprosthesis. *Curr Opin Ophthalmol*. 2017;28(4): 397–402. doi: 10.1097/ICU.0000000000000388

Информация об авторах

Тухватшина Ильнара Альфировна – ординатор-офтальмолог кафедры Высшей школы регенеративной, глазной и пластической хирургии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, Уфа, ilnara-22-98@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5385-7757>

Зиязетдинова Радмила Юлаевна – ординатор-офтальмолог кафедры Высшей школы регенеративной, глазной и пластической хирургии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, Уфа, ziyaradan@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-7220-952X>

Исмагилова Лина Наилевна – студентка 6 курса лечебного факультета ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, Уфа, Linaism@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-2355-080X>

Оренбуркина Ольга Ивановна – доктор медицинских наук, директор Всероссийского центра глазной и пластической хирургии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, Уфа, linza7@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6815-8208>,

Биккузин Тимур Ильдусович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, врач-офтальмолог ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, Уфа, <https://orcid.org/0000-0002-3952-7008>

Information about the authors

Ilnara A. Tukhvatshina – resident ophthalmologist of the 1st year of the Department of the Higher School of Regenerative, Ocular and Plastic Surgery of the BSMU of the Ministry of Health of Russia, Ufa, ilnara-22-98@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5385-7757>

Radmila Yu. Ziyazetdinova – resident ophthalmologist of the 1st year of the Department of the Higher School of Regenerative, Ocular and Plastic Surgery of the BSMU of the Ministry of Health of Russia, Ufa, ziyaradan@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-7220-952X>

Lina N. Ismagilova – 6 year student of the Faculty of Medicine of the BSMU of the Ministry of Health of Russia, Ufa, Linaism@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-2355-080X>

Olga I. Orenburkina – Doctor of Science, Director of Russian Center for Eye and Plastic Surgery, Ufa, linza7@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6815-8208>

Timur I. Bikkuzin – associate Professor of the Department of Ophthalmology with the course of IDPO of the BSMU of the Ministry of Health of Russia, ophthalmologist of the All-Russian Eye and Plastic Surgery Center of the Bashkir State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Ufa, <https://orcid.org/0000-0002-3952-7008>

Вклад авторов

Тухватшина И.А. – сбор и обработка материала.

Зиязетдинова Р.Ю. – написание текста, сбор материала.

Исмагилова Л.Н. – сбор материала.

Оренбуркина О.И. – консультирование, редактирование.

Биккузин Т.И. – концепция статьи, редактирование.

Authors' contributions

Tukhvatshina I.A. – data collection and processing.

Ziyazetdinova R.Yu. – writing, data collection.

Ismagilova L.N. – data collection.

Orenburkina O.I. – consulting, editing.

Bikkuzin T.I. – conceptualization and design, editing.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of interest: none declared.

Поступила: 19.06.2023
Переработана: 30.07.2023
Принята к печати: 03.08.2023

Originally received: 19.06.2023
Final revision: 30.07.2023
Accepted: 03.08.2023