

DOI: 10.37988/1811-153X_2024_4_160

К.О. Федорова¹,
аспирант кафедры челюстно-лицевой
хирургии

[М.С. Краснов](#)²,
к.б.н., с.н.с. лаборатории криохимии
биополимеров

[А.И. Шайхалиев](#)¹,
д.м.н., профессор кафедры челюстно-
лицевой хирургии

[А.М. Исагаджиев](#)¹,
аспирант кафедры челюстно-лицевой
хирургии

[В.И. Лозинский](#)²,
д.х.н., профессор, г.н.с. лаборатории
криохимии биополимеров

[О.Ю. Колосова](#)²,
к.х.н., с.н.с. лаборатории криохимии
биополимеров

¹ Первый МГМУ им. И.М.Сеченова,
119991, Москва, Россия

² ИНЭОС, 119334, Москва, Россия

Применение нового медицинского приспособления для лечения гнойных ран в челюстно-лицевой области

Аннотация. Описано новое медицинское приспособление для лечения ран. Оно представляет собой криогель поливинилового спирта со сквозными каналами определенного диаметра и длины для отвода экссудата из раны, содержит антибиотики и антимикотики для подавления инфекции в ране. Модуль упругости приспособления составляет от 5 до 50 кПа — это оптимально для лечения различных дефектов. Данное медицинское приспособление было применено в клинике при лечении пациентов с гнойно-воспалительными заболеваниями челюстно-лицевой области. Отмечены отличные дренажные свойства, выраженное противомикробное действие в ране, стабильность, атравматичность и удобство при применении указанного медицинского приспособления.

Ключевые слова: дренаж, рана, повязка, криогель

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Федорова К.О., Краснов М.С., Шайхалиев А.И., Исагаджиев А.М., Лозинский В.И., Колосова О.Ю. Применение нового медицинского приспособления для лечения гнойных ран в челюстно-лицевой области. — *Клиническая стоматология*. — 2024; 27 (4): 160—165.

DOI: 10.37988/1811-153X_2024_4_160

[K.O. Fedorova](#)¹,
postgraduate at the Maxillofacial surgery
Department

[M.S. Krasnov](#)²,
PhD in Biology, senior researcher
at the Laboratory of Biopolymer
Cryochemistry

[A.I. Shaykhaliev](#)¹,
Doctor of Science in Medicine, professor
of the Maxillofacial surgery Department

[A.M. Isagadzhiiev](#)¹,
postgraduate at the Maxillofacial surgery
Department

[V.I. Lozinsky](#)²,
Doctor of Science in Chemistry, professor,
chief researcher of the Biopolymer
cryochemistry Lab

[O.Yu. Kolosova](#)²,
PhD in Chemical sciences, senior researcher
at the Biopolymer cryochemistry Lab

¹ Sechenov University,
119991, Moscow, Russia

² Nesmeyanov Institute of Organoelement
Compounds, 119334, Moscow, Russia

Application of a new medical device for the treatment of purulent wounds in the maxillofacial region

Annotation. In this study, we would like to present a new medical device for wound treatment. It is a polyvinyl alcohol cryogel with through channels of a certain diameter and length to drain exudate from the wound and contains antibiotics and antimycotics to suppress infection in the wound. The modulus of elasticity of this polyvinyl alcohol cryogel-based medical device ranges from 5 to 50 kPa, where these values are the most optimal for treating various types of defects. This medical device was applied in the clinic in the treatment of patients with purulent-inflammatory diseases of the maxillofacial region. As a result of studies, excellent drainage properties of the new medical device, its expressed antimicrobial effect in the wound, stability, atraumaticity and convenience in its application were noted.

Key words: drainage, wounds, dressings for wounds, cryogel

FOR CITATION:

Fedorova K.O., Krasnov M.S., Shaykhaliev A.I., Isagadzhiiev A.M., Lozinsky V.I., Kolosova O.Yu. Application of a new medical device for the treatment of purulent wounds in the maxillofacial region. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2024; 27 (4): 160—165 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X_2024_4_160

ВВЕДЕНИЕ

До сих пор сохраняется высокая распространенность гнойно-некротических заболеваний в челюстно-лицевой области. Низкий уровень профилактики, а также несвоевременное выявление заболеваний полости рта

являются причинами осложнений кариеса зубов, таких как периодонтит, остеомиелит, абсцесс, флегмона. Гнойно-воспалительные заболевания при наличии обширных ран продуцируют большое количество экссудата, что может составлять до 0,35 мл/см² в сутки, и требуют срочного хирургического вмешательства [1, 2].

Одна из основных задач в лечении таких заболеваний — вскрытие гнойно-воспалительного очага с последующим адекватным дренированием операционной раны для создания условий эвакуации гнойного экссудата. Ведение таких ран на начальном этапе осуществляется открытым способом из-за активного процесса воспаления, характеризующегося выраженной экссудацией, высокой обсемененностью раны микроорганизмами и продуктами их жизнедеятельности, наличием некротических тканей. При лечении таких ран врачи применяют различные виды раневых повязок и дренажей для эвакуации экссудата и продуктов распада микроорганизмов.

В основном используются марлевые турунды, ленточные дренажи из перчаточной резины, поверх которых накладывается повязка, пропитанная гипертоническим раствором для осмотического дренирования раны. Однако марлевые турунды быстро набирают влагу, разбухают и препятствуют оттоку экссудата из раны напоподобие пробки, а ленточные дренажи из перчаточной резины, хотя и препятствуют слипанию краев раны, не в состоянии обеспечить адекватное дренирование при выраженной экссудации обширных ран. Также широко используются гладкостенные трубки из синтетических полимеров (силикон, полиэтилен, полихлорвинил), однако данные дренажи не способны оказывать антибактериальное действие. В настоящее время, кроме пассивных, существуют методы активного дренирования раны, к ним относятся проточно-промывное, проточно-аспирационное, аспирационно-программируемое дренирование. В случае двух последних методов производят постоянную эвакуацию раневого экссудата за счет присоединения вакуумных систем к дренажным трубкам. По данным ряда авторов такой способ позволяет ускорить процесс очищения раны [3–5]. Чаще всего этот способ дренирования используют при обширных раневых дефектах с большими участками некротической ткани. При этом основным недостатком этих систем является значительная потеря клеточных и белковых элементов, электролитов, факторов местного иммунитета, которые эвакуируются вместе с раневым экссудатом [3]. Известно применение метода

непрерывного проточного трансмембранного диализа и доказана его эффективность в лечении гнойно-воспалительных заболеваний, но такая система требует специального оборудования и не всегда целесообразна из-за технических сложностей [6]. Для местного лечения гнойных ран применяются также сорбенты, в том числе гидрофильные материалы, способные набухать в водной среде и образовывать гели и гелеобразные структуры. Однако такие сорбционные материалы, хотя и впитывают экссудат, не выводят его наружу, а также не оказывают антибактериального действия.

Цель исследования — создание нового универсального медицинского приспособления для лечения гнойных ран, обладающего дренажными и антимикробными свойствами [7]. В задачи исследования входила разработка способа его получения и способы лечения пациентов с использованием этого медицинского приспособления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При изготовлении собственно медицинского приспособления сначала формируют криогель поливинилового спирта (ПВС) с требуемыми физико-механическими характеристиками (модуль упругости), а также размером и формой, для чего используют известные приемы формирования таких криогелей [8–10]. Формировали как плоские формы, так и цилиндрические с каналами (диаметром около 1–2 мм) для эвакуации гнойного содержимого из раны (рис. 1).

Необходимое в каждом конкретном случае значение модуля упругости достигается известным сочетанием концентрации поливинилового спирта в исходном растворе и режима криогенной обработки такого раствора [11]. Мы измеряли модуль упругости в режиме одноосного сжатия с помощью автоматического анализатора текстуры TA-Plus (Lloyd Instruments, Великобритания).

Для пропитки медицинского приспособления антиинфекционными агентами полученный гелевый препарат помещали в закрытую стерильную пластиковую емкость с одним из видов смеси водного раствора антибиотика и антимикотика:

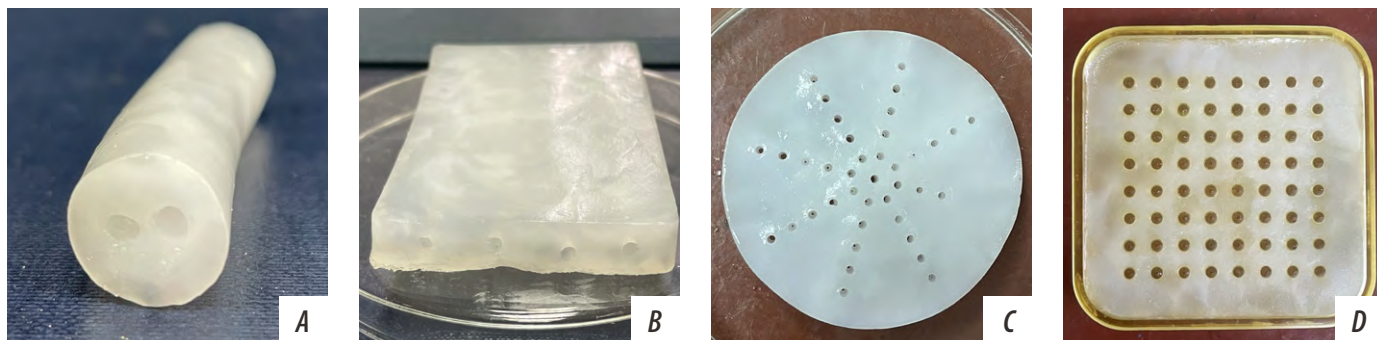


Рис. 1. Различные формы криогелей из поливинилового спирта с каналами для эвакуации гнойного содержимого. Изделия в виде цилиндра (А), пластины (В), диска (С), изделия более сложной геометрии (D)

Fig. 1. Various shapes of polyvinyl alcohol cryogels with channels for evacuation of purulent contents. Cylinder (A), plate (B), disk (C), more complex shape (D)

- 1) гентамицин (40 мг/мл) и флуконазол (2 мг/мл);
- 2) линкомицин (33 мг/мл), ампициллин (33 мг/мл),
- 3) сульбактам (16,5 мг/мл) и флуконазол (2 мг/мл).

Препарат выдерживали при комнатной температуре 3 суток при периодическом перемешивании. В этом случае благодаря макропористой структуре криогелей ПВС обеспечивается незатрудненная диффузия растворенных веществ в объем криогеля, который таким образом насыщается противомикробным агентом или их смесью [12]. Затем свободную жидкость сливали, а полученное в той же емкости медицинское приспособление замораживали при -20°C и хранили до времени применения в замороженном состоянии.

Данное медицинское приспособление показано к применению во время лечения ран с выраженным экссудативным процессом, имеющих гнойно-некротический характер, для эвакуации гнойного экссудата и местного антимикробного воздействия [7].

Последовательность действий при применении приспособления определяется лечащим врачом и зависит от медицинских показаний, соматического статуса и возраста пациента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Формировали криогели на основе 10–20%-ного раствора ПВС, поскольку, как показали проведенные эксперименты, при меньших чем 10% исходных концентрациях ПВС дренажные каналы получаемого медицинского приспособления из-за мягкости основной массы криогеля могут легко деформироваться и перекрывать путь эвакуации экссудата, а при содержании ПВС более 20% в исходном растворе его очень высокая вязкость затрудняет процесс заполнения литьевых форм, существенно снижая технологичность процесса в целом. Значение модуля упругости криогеля ПВС в диапазоне от 5 до 50 кПа в качестве гелевой основы медицинского приспособления для лечения гнойных ран найдено экспериментально при хирургическом лечении пациентов с инфицированными дефектами в организме и определяется конкретным клиническим случаем применения такого медицинского приспособления.

В ходе проведенных исследований выявлено, что медицинские приспособления на основе криогеля ПВС невысокой жесткости (5–10 кПа) эффективны при хирургическом лечении гнойно-воспалительных заболеваний мягких тканей челюстно-лицевой области, например при лечении флегмон. Приспособления на основе криогеля ПВС средней жесткости (11–30 кПа) предпочтительны при хирургическом лечении пострелекционных дефектов костей черепа, например дефектов в нижней челюсти. Имплантаты на основе криогеля ПВС высокой жесткости (31–50 кПа) требуются при хирургическом лечении патологии костей полости носа, пазух, глазницы.

Однако если модуль упругости основы в виде криогеля ПВС ниже 2 кПа, то соответствующее приспособление плохо удерживается в дефекте тканей, а при

применении приспособления на основе криогеля ПВС с модулем упругости выше 50 кПа заметно возрастает вероятность развития пролежня на месте его установки из-за высокой жесткости материала.

Предлагаемое нами приспособление обладает противомикробной функцией при лечении гнойных ран.

Для лечения пациентов с абсцессами и флегмонами околочелюстных мягких тканей изначально проводили рассечение мягких тканей и вскрытие гнойного очага, следующим этапом устанавливали в зону гнойного очага криогелевый дренаж, пропитанный антибактериальными препаратами для купирования воспаления и подавления аэробно-анаэробных ассоциаций и эвакуации гнойного экссудата из раневого канала.

При остеонекротических процессах после частичной резекции поврежденных твердых и мягких тканей на место резецированного фрагмента устанавливали закладываемое медицинское приспособление — криогелевый дренаж из ПВС, имеющее необходимые форму и размер, которое удерживали в зоне дефекта пациента до полной санации операционного поля с последующим атравматичным извлечением устройства, завершали обработку дефекта стандартными для хирургической практики приемами.

С помощью данного медицинского приспособления было проведено лечение 26 пациентов. В данной статье приведены три соответствующих клинических примера.

Клинический пример 1

Пациент N., 42 лет, с диагнозом «флегмона одонтогенной этиологии поднижнечелюстной области справа» (K12.2). Жалобы: боли в проекции нижней челюсти справа, ограничения открывания рта, невозможность пережевывания пищи из-за разрушенного зуба 4.6.

Выполнено вскрытие флегмоны в поднижнечелюстной области и удаление причинного зуба 4.6. Гнойный экссудат содержит агрессивные формы аэробных и анаэробных ассоциаций микроорганизмов, поэтому после вскрытия флегмоны для быстроты разрешения гнойного процесса и ускоренной доставки и создания высокой концентрации противомикробного средства в ране применено новое медицинское приспособление, пропитанное антибиотиком и антимикотиком. Вырезанное в необходимой форме новое медицинское приспособление показано на рис. 2.

В поднижнечелюстной области произведен разрез и установлен фрагмент, вырезанный из пластины нового медицинского приспособления (см. рис. 1В), для эвакуации гнойного содержимого раны, ее гравитационного очищения и введения смеси антибиотика и антимикотика.

Микробный пейзаж при вскрытии флегмоны: *Staphylococcus aureus* 71,5% ($n=106$), *Escherichia coli* 5,7% ($n=5$), *Pseudomonas aeruginosa* 4,7% ($n=5$), *Streptococcus faecalis* 3% ($n=4$); редко встречались *Proteus mirabilis* и *Klebsiella pneumoniae*. Выявлены микробные ассоциации (по 2 культуры), основными компонентами которых были клетки *Klebsiella oxytoca*. Микробный пейзаж

на этапе заживления раневой поверхности (вторичное заживление): *Staphylococcus aureus* 28,3% ($n=106$); *Escherichia coli* 2,7% ($n=5$), *Pseudomonas aeruginosa* 1,7% ($n=5$), *Streptococcus faecalis* 1,2% ($n=4$), наиболее редко встречались *Proteus mirabilis* и *Klebsiella pneumoniae* 0,5–1% ($n=3$).

После снижения микробного состава до нормы и после очищения раны проводилось удаление медицинского приспособления из раны для дальнейшего ее ушивания. На этапе вторичного заживления рана была покрыта грануляционной тканью, повязка сухая, отделяемое не определялось. Рекомендована кератопластическая терапия.

Таким образом, в результате применения заявленного медицинского приспособления произошло дренирование первичного гнойного экссудата из раны с последующим обеззараживанием гнойной раны за счет введенных в медицинское приспособление антимикробных и антигрибковых агентов. Эти данные показывают эффективность данного приспособления для лечения гнойных ран, например флегмон.

Клинический пример 2

Пациент М., 62 лет, с диагнозом «флегмона поднижнечелюстной, подподбородочной областей и верхних отделов шеи слева, развившаяся в результате остеонекротического процесса нижней челюсти на фоне приема бисфосфонатных препаратов» (M87.1). Жалобы: дефект кожных покровов размером 5×3 см, секвестрирование костной ткани нижней челюсти вследствие остеонекроза, образование гнилостно-некротической флегмоны в мягких тканях поднижнечелюстной области и верхних отделов шеи слева.

Выполнено хирургическое вмешательство: вскрытие флегмоны разрезом в поднижнечелюстной области,

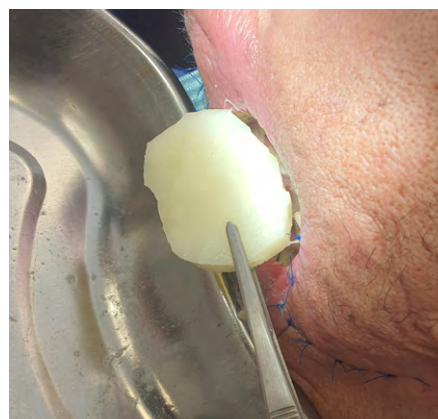


Рис. 2. Лечение флегмоны в поднижнечелюстной области с помощью заявленного медицинского приспособления на основе пластины (см. рис. 1B)

Fig. 2. Treatment of phlegmon in the submandibular region using the claimed plate-based medical device (see Fig. 1B)

удаление некротизированных участков и секвестрированных фрагментов в зоне поражения нижней челюсти. Лечение гнойно-некротического процесса проводилось с применением заявленного медицинского приспособления, пропитанного линкомицином и флуконазолом. Для эвакуации гнойного содержимого и введения антибиотиков в глубокие отделы раневого канала было установлено заявляемое медицинское приспособление и проведено дренирование гнойного содержимого (рис. 3A).

После первичного удаления экссудата подобное медицинское приспособление было установлено повторно для закрытия раны, ее последующего обеззараживания и дальнейшего дренажа экссудата. В процессе оперативного вмешательства по средней складке шеи был выполнен контрапертурный разрез, куда для эвакуации



Рис. 3. Лечение флегмоны и абсцесса поднижнечелюстной и верхних отделов шеи слева, развившееся на фоне остеонекротического процесса после приема бисфосфонатных препаратов. Новое медицинское приспособление, установленное в рану в поднижнечелюстной области (A). По средней складке шеи выполнен контрапертурный разрез и установлено новое медицинское приспособление; эвакуация гнойного содержимого с помощью приспособления, установленного в рану (B). Раневая поверхность на этапе заживления, видны островки грануляционной ткани (C)

Fig. 3. Treatment of phlegmon and abscess of the submandibular and upper neck on the left side, developed against the background of an osteonecrotic process after taking bisphosphonate drugs. A new medical device placed in the wound in the submandibular region (A). A contraperture incision was made along the middle fold of the neck and a new medical device was installed; evacuation of purulent contents using a device installed in the wound (B). Wound surface at the healing stage, islands of granulation tissue are visible (C)

гнойного содержимого раны, гравитационного ее очищения, а также для введения противомикробных агентов в область инфицирования было установлено новое медицинское приспособление (рис. 3В).

После антибактериальной, противовоспалительной, детоксикационной терапии и применения новых медицинских конструкций в качестве дренирования и обеззараживания раны произведенные посевы из раневого канала демонстрировали снижение обсеменения микроорганизмами со вторых суток на пятые с 7 до 2 КОЕ.

Клинический пример 3

Пациент О., 48 лет, с диагнозом «одонтогенная гнойно-некротическая флегмона крыловидно-нижнечелюстного и субмассетериального пространства» (K12.2). Жалобы: ограничение открывания рта, боль при открывании.

Проведено хирургическое вмешательство внутриротовым разрезом в ретромолярной области. Медицинское приспособление в виде трубки с дренажными каналами устанавливали со стороны полости рта (рис. 4).

После лечения на 9-е сутки показано полное отсутствие в отделяемом содержимом из области раны микробных агентов, что говорит об эффективности заявленного изобретения в качестве дренажа и местного обеззараживающего средства.

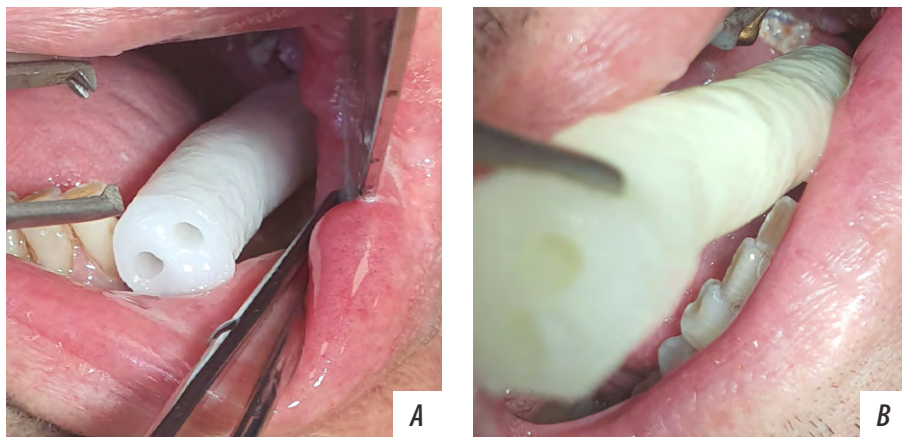


Рис. 4. Лечение гнойно-некротической флегмоны внутри полости рта. Заявляемое медицинское приспособление в виде трубки с дренажными каналами установлено со стороны полости рта пациента (А). Извлечение дренажного приспособления после очищения раны для дальнейшего ее ушивания (В)

Fig. 4. Treatment of purulent-necrotic phlegmon inside the oral cavity. The claimed medical device in the form of a tube with drainage channels is installed in the patient's mouth (A). Removing the drainage device after cleansing the wound for further suturing (B)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате клинических испытаний было выявлено, что разработанное медицинское приспособление является отличным средством для местного лечения гнойно-воспалительных ран. Оно выполняет не только дренажную функцию, способствуя эвакуации гнойного экссудата, но и одновременно оказывает противомикробное воздействие, подавляя развитие инфекции в ране и ее распространение на окружающие ткани.

Важным преимуществом данного медицинского приспособления также является то, что в процессе его производства можно учесть специфичность каждого клинического случая: создать материал определенного размера и формы и ввести необходимые лекарственные средства. Замена данного медицинского приспособления не вызывает болезненности у пациентов, так как оно не прилипает к краям раны, что позволяет беспрепятственно производить его замену в процессе лечения.

Описанное медицинское приспособление не подвергается биоразложению в ране, сохраняет свои физико-механические характеристики при использовании, не вызывает пролежней и свищей. Разработан способ получения данного приспособления и методы лечения пациентов, имеющих показания, с применением нового

медицинского приспособления. Исходя из вышесказанного, считаем, что применение нового медицинского приспособления существенно повысит эффективность и технически упростит процесс лечения гнойных ран.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 14.02.2024

Принята в печать: 28.10.2024

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 14.02.2024

Accepted: 28.10.2024

Л И Т Е Р А Т У Р А :

1. Тазин Д.И., Шакиров М.Н., Тазин И.Д., Плешко Р.И. Применение сорбционных технологий в комплексном лечении гнойно-воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области. — *Вестник Авиценны*. — 2018; 1: 77—83. [eLibrary ID: 35386545](#)
2. Шакиров М.Н., Тазин И.Д., Юльчиев Р.И., Тазин Д.И., Прозорова Н.В., Джонибекова Р.Н., Хушвахтов Д.Д. Применение инновационной сорбционной повязки «Vita Vallis» в комплексном лечении больных с гнойно-воспалительными процессами челюстно-лицевой области. — *Оренбургский медицинский вестник*. — 2020; 1 (29): 25—32. [eLibrary ID: 42553375](#)
3. Винник Ю.С., Маркелова Н.М., Тюрюмин В.С. Современные методы лечения гнойных ран. — *Сибирское медицинское обозрение*. — 2013; 1 (79): 18—24. [eLibrary ID: 20466609](#)
4. Eckstein F.M., Pinsel V., Wurm M.C., Wilkerling A., Dietrich E.M., Kreißel S., von W. Ilmowsky C., Schlittenbauer T. Antiseptic negative pressure instillation therapy for the treatment of septic wound healing deficits in oral and maxillofacial surgery. — *J Craniomaxillofac Surg*. — 2019; 47 (3): 389—393. [PMID: 30638743](#)
5. Yang Y.H., Jeng S.F., Hsieh C.H., Feng G.M., Chen C.C. Vacuum-assisted closure for complicated wounds in head and neck region after reconstruction. — *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. — 2013; 66 (8): e209—16. [PMID: 23578735](#)
6. Тюрюмин В.С., Малков А.Б., Горбунов Н.С., Самотесов П.А., Каспаров Э.В. Проточный трансмембранный диализирующий комплекс. — *Сибирское медицинское обозрение*. — 2007; 4 (45): 45—47. [eLibrary ID: 15609296](#)
7. Шайхалиев А.И., Коршаков Е.В., Колосова О.Ю., Краснов М.С., Лозинский В.И. Временный имплантат для больных с инфицированными дефектами челюстно-лицевой области и способ их лечения с использованием такого имплантата. — Патент №2729929, действ. с 18.02.2020.
8. Лозинский В.И., Дамшкалн Л.Г., Курочкин И.Н., Курочкин И.И. Изучение криоструктурирования полимерных систем. 28. Физико-химические свойства и морфология криогелей поливинилового спирта, сформированных многократным замораживанием-оттаиванием. — *Коллоидный журнал*. — 2008; 70 (2): 212—222. [eLibrary ID: 9934351](#)
9. Лозинский В.И., Дамшкалн Л.Г., Шаскольский Б.Л., Бабушкина Т.А., Курочкин И.Н., Курочкин И.И. Изучение криоструктурирования полимерных систем. 27. Физико-химические свойства криогелей поливинилового спирта и особенности их макропористой морфологии. — *Коллоидный журнал*. — 2007; 69 (6): 798—816. [eLibrary ID: 9562788](#)
10. Razavi M., Qiao Y., Thakor A.S. Three-dimensional cryogels for biomedical applications. — *J Biomed Mater Res A*. — 2019; 107 (12): 2736—2755. [PMID: 31408265](#)
11. Лозинский В.И. Криотропное гелеобразование растворов поливинилового спирта. — *Успехи химии*. — 1998; 67 (7): 641—655. [DOI: 10.1070/RC1998v067n07ABEH000399](#)
12. Lozinsky V.I., Okay O. Basic principles of cryotropic gelation. — In: Okay O. (ed) Polymeric cryogels. Advances in polymer science. — Cham: Springer, 2014. — Pp. 49—101. [DOI: 10.1007/978-3-319-05846-7_2](#)

R E F E R E N C E S :

1. Tazin D.I., Shakirov M.N., Tazin I.D., Pleshko R.I. Application of sorption technologies in complex treatment of purulent-inflammatory diseases of the maxillofacial area. *Avicenna Bulletin*. 2018; 1: 77—83 (In Russian). [eLibrary ID: 35386545](#)
2. Shakirov M.N., Tazin I.D., Yul'Chiev R.I., Tazin D.I., Prozorova N.V., Dzhonibekova R.N., Hushvahtov D.D. Application of the innovative sorption bandage "Vita Vallis" in the comprehensive treatment of patients with purulent inflammatory processes of the maxillofacial region. *Orenburg Medical Bulletin*. 2020; 1 (29): 25—32 (In Russian). [eLibrary ID: 42553375](#)
3. Vinnik Y.S., Markelova N.M., Tyuryumin V.S. Modern methods of septic wounds treatment. *Siberian Medical Review*. 2013; 1 (79): 18—24 (In Russian). [eLibrary ID: 20466609](#)
4. Eckstein F.M., Pinsel V., Wurm M.C., Wilkerling A., Dietrich E.M., Kreißel S., von W. Ilmowsky C., Schlittenbauer T. Antiseptic negative pressure instillation therapy for the treatment of septic wound healing deficits in oral and maxillofacial surgery. *J Craniomaxillofac Surg*. 2019; 47 (3): 389—393. [PMID: 30638743](#)
5. Yang Y.H., Jeng S.F., Hsieh C.H., Feng G.M., Chen C.C. Vacuum-assisted closure for complicated wounds in head and neck region after reconstruction. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2013; 66 (8): e209—16. [PMID: 23578735](#)
6. Tyuryumin V.S., Malkov A.B., Gorbunov N.S., Samotesov P.A., Kasparov E.V. Flow-transmembrane dialysis complex. *Siberian Medical Review*. 2007; 4 (45): 45—47 (In Russian). [eLibrary ID: 15609296](#)
7. Shajkhaliev A.I., Korshakov E.V., Kolosova O.Yu., Krasnov M.S., Lozinskij V.I. Temporary implant for patients with infected defects in the maxillofacial region and a method for treating them using such an implant. Patent RU no. 2729929, effective from 18.02.2020 (In Russian).
8. Lozinsky V.I., Damshkaln L.G., Kurochkin I.N., Kurochkin I.N. Study of cryostructuring of polymer systems: 28. Physicochemical properties and morphology of poly (vinyl alcohol) cryogels formed by multiple freezing-thawing. *Colloid Journal*. 2008; 70 (2): 189—198. [DOI: 10.1134/S1061933X08020117](#)
9. Lozinsky V.I., Damshkaln L.G., Shaskolsky B.L., Babushkina T.A., Kurochkin I.N., Kurochkin I.I. Study of cryostructuring of polymer systems: 27. Physicochemical properties of poly (vinyl alcohol) cryogels and specific features of their macroporous morphology. *Colloid Journal*. 2007; 69: 747—764. [DOI: 10.1134/S1061933X07060117](#)
10. Razavi M., Qiao Y., Thakor A.S. Three-dimensional cryogels for biomedical applications. *J Biomed Mater Res A*. 2019; 107 (12): 2736—2755. [PMID: 31408265](#)
11. Lozinsky V.I. Cryotropic gelation of poly (vinyl alcohol) solutions. *Russian Chemical Reviews*. 1998; 7: 573—586. [DOI: 10.1070/RC1998v067n07ABEH000399](#)
12. Lozinsky V.I., Okay O. Basic principles of cryotropic gelation. In: Okay O. (ed) Polymeric cryogels. Advances in polymer science. Cham: Springer, 2014. Pp. 49—101. [DOI: 10.1007/978-3-319-05846-7_2](#)