

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА ПУПОВИНЫ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ ДЕФЕКТОВ МЯГКИХ ТКАНЕЙ У ПАЦИЕНТА С СИНДРОМОМ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ (ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ)



© С.В. Чеботарёв<sup>1\*</sup>, Д.В. Товпеко<sup>1</sup>, Л.И. Калюжная<sup>1</sup>, М.Е. Котова<sup>1</sup>, А.А. Кондратенко<sup>1,2</sup>, Д.А. Волов<sup>1</sup>, В.В. Хоминец<sup>1</sup>, В.Е. Чернов<sup>1</sup>, Д.А. Земляной<sup>2</sup>, В.В. Салухов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

Незаживающие язвы представляют серьезную проблему для общественного здравоохранения из-за высокой стоимости лечения, длительной нетрудоспособности пациентов и низкой эффективности терапии. Они являются ведущей причиной нетравматических ампутаций нижних конечностей.

Разработка и применение инновационных биоинженерных продуктов — значимый шаг для лечения незаживающих диабетических язв стопы. Одним из таких продуктов является тканеинженерный бесклеточный продукт из высокорегенеративного биоматериала пуповины человека. Он содержит факторы роста, цитокины и компоненты внеклеточного матрикса вартонова студня и ускоряет заживление ран.

**ЦЕЛЬ** данного клинического исследования — оценить безопасность и эффективность применения тканеинженерного бесклеточного продукта из Вартонова студня пуповины человека для лечения хронических незаживающих язв нижних конечностей у пациента с синдромом диабетической стопы.

**РЕЗУЛЬТАТЫ:** 60-летняя женщина с диагнозом «Сахарный диабет 2 типа» имела хронические язвы, которые более полутора лет не поддавались стандартному лечению. За ней наблюдали в течение 4 недель в августе 2024 года. В результате местного применения бесклеточного продукта из человеческой пуповины были отмечены признаки уменьшения размеров ран и их полное заживление через 4 недели после начала наблюдения.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:** клиническое наблюдение продемонстрировало безопасность и эффективность бесклеточного продукта из человеческой пуповины для лечения хронических незаживающих язв диабетического происхождения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** синдром диабетической стопы; Вартонов студень пуповины человека; замещение дефектов мягких тканей.

## USE OF HUMAN UMBILICAL CORD ACELLULAR MATRIX FOR SOFT TISSUE DEFECTS IN PATIENT WITH DIABETIC FOOT SYNDROME (CASE REPORT)

© Sergey V. Chebotarev<sup>1</sup>, Dmitry V. Tovpeko<sup>1</sup>, Lidia I. Kalyuzhnaya<sup>1</sup>, Margarita E. Kotova<sup>1</sup>, Albina A. Kondratenko<sup>1,2</sup>, Daniil A. Volov<sup>1</sup>, Vladimir V. Khominets<sup>1</sup>, Vladimir E. Chernov<sup>1</sup>, Dmitry A. Zemlyanoy<sup>2</sup>, Vladimir V. Salukhov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

Non-healing ulcers pose a serious problem for public health due to the high cost of treatment, prolonged disability of patients, and low efficacy of therapy. They are the leading cause of non-traumatic lower limb amputations.

The development of innovative bioengineering products is a significant step in the treatment of non-healing diabetic foot ulcers. One such product is a tissue-engineered acellular product made from highly regenerative human umbilical cord biomaterial. It contains growth factors, cytokines, and components of the extracellular matrix of Wharton's jelly, which accelerates wound healing.

**THE AIM** of this clinical study is to evaluate the safety and efficacy of a tissue-engineered acellular product from Wharton's jelly of the umbilical cord for the treatment of chronic non-healing lower limb ulcers in patients with diabetic foot syndrome.

**RESULTS:** a 60-year-old woman diagnosed with type 2 diabetes mellitus had chronic ulcers that had not responded to standard treatment for more than a year and a half. She was observed for 4 weeks in August 2024. As a result of the local application of an acellular product from human umbilical cord, signs of reduction in wound size and their complete healing were noted 4 weeks after the start of observation.

**CONCLUSION:** clinical observation has demonstrated the safety and efficacy of the acellular product from human umbilical cord for the treatment of chronic non-healing ulcers of diabetic origin.

**KEYWORDS:** diabetic foot syndrome; Wharton's jelly of the human umbilical cord; soft tissue defect replacement.

\*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author.

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Синдром диабетической стопы (СДС) представляет собой серьезное и часто инвалидизирующее осложнение сахарного диабета (СД), характеризующееся развитием язвенных поражений стоп с тенденцией к хроническому течению и затрудненному лечению [1]. Учитывая неуклонный рост распространенности диабета, по данным Всемирной организации здравоохранения, увеличивается и число пациентов с язвенными поражениями стоп [2]. При СД заживление дефектов мягких тканей замедляется из-за нейропатии, ишемии и повышенного риска инфицирования. В связи с этим возникает необходимость в поиске методов, способных минимизировать негативное влияние этих факторов. Традиционные методы лечения, включая медикаментозную терапию, хирургическую обработку ран и использование антисептиков, часто оказываются недостаточно эффективными для полного заживления [3].

В современной медицине существует потребность в новых терапевтических стратегиях, включая тканевую инженерию [4]. Использование тканеинженерных биоматериалов открывает возможности для лечения хронических язв, улучшения условий регенерации тканей и снижения риска инфекционных осложнений [5]. Одним из наиболее изученных подходов является применение аутологичных тромбоцитарных концентратов (PRP), богатых факторами роста, которые стимулируют ангиогенез, пролиферацию фибробластов и эпителизацию. Проведенные рандомизированные исследования показали, что применение PRP в виде локальных аппликаций способствует ускорению заживления хронических язв, снижая сроки эпителизации и риск инфицирования [6].

Другим направлением является использование стволовых клеток, прежде всего мезенхимальных стромальных клеток (МСК), полученных из костного мозга или жировой ткани. Они обладают способностью модулировать воспаление, стимулировать неоангиогенез и дифференцироваться в клетки соединительной ткани, способствуя репарации. Положительные результаты продемонстрированы как при локальном введении клеточных суспензий, так и при применении тканеинженерных матриц, заселенных МСК [7].

Дополнительные перспективы открывает тканевая инженерия, включая создание кожных эквивалентов и биоматериалов с биологически активным покрытием. Использование децеллюляризованных матриц, биополимерных гидрогелей и носителей факторов роста обеспечивает структурную поддержку и направленную регенерацию [8].

Несмотря на обнадеживающие результаты, широкое применение этих технологий сдерживается высокой стоимостью, ограниченной доступностью сертифицированных препаратов и необходимостью стандартизации методов. Тем не менее регенеративные подходы к лечению мягкотканых дефектов при СДС постепенно входят в клиническую практику и могут существенно повысить эффективность лечения и снизить риск инвалидизации пациентов.

Особое внимание уделяется использованию внеэмбриональных человеческих тканей, таких как пуповина,

которая демонстрирует высокий регенеративный потенциал [5]. Преимуществами таких материалов являются низкая иммуногенность и возможность использования без риска отторжения, что делает их безопасными и перспективными для пациентов с хроническими язвами СДС.

Богатый природный состав внеклеточного матрикса пуповины человека, содержащий большое количество сигнальных молекул и факторов роста, способствует более быстрому заживлению дефектов мягких тканей по сравнению с традиционными методами консервативного лечения [5]. Ускорение заживления происходит за счет стимуляции роста грануляционной ткани, улучшения микроциркуляции в области дефекта и уменьшения воспалительного процесса. Продукты из пуповины обладают высокой биосовместимостью и способствуют активной пролиферации клеток и ангиогенезу [5]. Их использование несет меньше рисков и последствий для пациентов по сравнению с применением синтетических или ксеногенных имплантатов, что особенно важно для пациентов с диабетом, у которых повышен риск инфекционных и воспалительных процессов.

**Цель исследования** — продемонстрировать опыт клинического применения бесклеточного матрикса из пуповины человека для лечения дефекта мягких тканей у пациентки с синдромом диабетической стопы.

Цель данного клинического исследования — оценить безопасность и эффективность применения тканеинженерного бесклеточного продукта из Вартонова студня пуповины человека для лечения хронических незаживающих язв нижних конечностей у пациента с синдромом диабетической стопы.

Продукт из пуповины для лечения дефектов кожи и мягких тканей был разработан и запатентован в научно-исследовательском центре Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова (Санкт-Петербург, Российская Федерация) [9, 10].

## ОПИСАНИЕ СЛУЧАЯ

У пациентки П. 1964 года рождения установлен диагноз: «Сахарный диабет 2 типа» в 2009 году. Назначено лечение: глибенкламид по 5 мг два раза в день, метформин по 1000 мг два раза в день. Самоконтроль уровня гликемии натощак — 7–10 ммоль/л, постпрандиальную гликемию пациентка не контролировала. В 2019 г. выполнена ампутация второго пальца правой стопы из-за синдрома диабетической стопы, осложненного гангреной. В 2023 г. пациентка заметила появление язвенных дефектов на правой стопе (ссадины от обуви), лечилась самостоятельно: перевязки с мазями «Левомеколь» и «Аргосульфан» — без положительного эффекта.

Во время первой госпитализации в клинику при осмотре правой стопы (июль 2023 г.): отсутствует второй палец, ампутированный в 2019 г. из-за осложнений СДС. На подошвенной поверхности стопы отмечается гиперкератоз. Визуализируются дефекты мягких тканей в области подошвенной поверхности первого пальца и первого плюснефалангового сустава правой стопы. Дефект округлой формы, диаметром около 1,5–2 см, с неровными краями и признаками



Рисунок 1. Внешний вид правой стопы при поступлении в клинику (июль 2023 г.).

гиперкератоза вокруг. Дно дефекта покрыто грануляциями, умеренно влажное, с серозным отделяемым, без признаков нагноения (рис. 1). Покровы стопы умеренно гиперемированы, кожа сухая, с признаками снижения тургора. Пальпация первого плюснефалангового сустава безболезненная, в области головок плюсневых костей имеются плотные мозоли.

На снимках рентгенографии правой стопы в двух проекциях выявлены признаки дегенеративно-дистрофических изменений и остеоартроза (рис. 2). Уменьшена ширина суставных щелей первого плюснефалангового сустава и межфалангового сустава первого пальца, наблюдается субхондральный склероз и заострение суставных поверхностей. Эти изменения могут быть обусловлены нарушениями кровообращения и хроническим воспалением, характерными для диабетической нейропатии и ангиопатии, и они усугубляют состояние суставов и костной ткани при СДС.

Магнитно-резонансная томография правой стопы выявила трабекулярный отек костного мозга дистальной фаланги первого пальца (рис. 3). Этот отек может свидетельствовать о воспалительном процессе или процессе асептического некроза, что типично для пациентов с СДС, у которых часто наблюдаются нарушения микроциркуляции.

Результаты лабораторных анализов: уровень глюкозы в крови натощак — 12,4 ммоль/л (целевой показатель — менее 7,5 ммоль/л); уровень глюкозы в крови после приема пищи — 8,2–12 ммоль/л (целевой показатель — менее 10 ммоль/л); гликированный гемоглобин (HbA<sub>1c</sub>) — 8,4% (целевой показатель — менее 7,5%); клинический анализ крови — в норме; С-реактивный белок — в норме; дислипидемия: общий холестерин — 7,13 ммоль/л (целевой показатель — менее 4 ммоль/л), триглицериды — 1,79 ммоль/л (целевой показатель — менее 1,7 ммоль/л), липопротеины низкой плотности — 4,42 ммоль/л (целевой показатель — менее

1,4 ммоль/л); скорость клубочковой фильтрации — 55 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>; отношение альбумина к креатинину в моче — 245,4 мг/г креатинина (<30 мг/г креатинина); микроальбуминурия — 245,4 (0–30) мг/мл.

Обследование показало необходимость коррекции гипогликемической терапии, улучшения контроля уровня липидов и возможного изменения тактики лечения для предотвращения прогрессирования заболевания.

Дуплексное сканирование артерий нижних конечностей: стенки артерий не утолщены, уплотнены, просвет свободен, кровоток магистральный на всех уровнях. Заключение: ультразвуковых признаков стеноза и окклюзий основных артерий нижних конечностей нет. Ankle-brachial index — 1,12 (норма — 0,9–1,3).

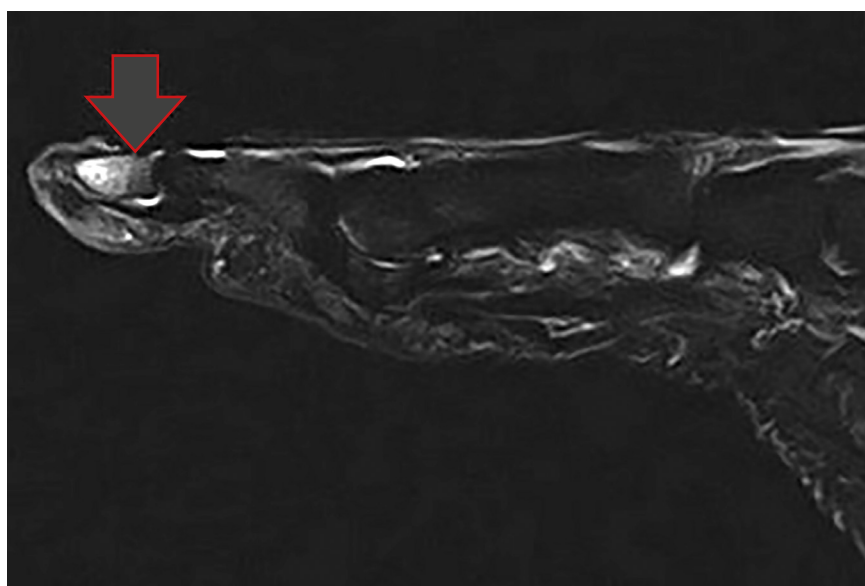
Микробиологическое исследование содержимого ран правой стопы выявило *Escherichia coli* в концентрации 10<sup>7</sup> КОЕ/мл и *Enterococcus faecalis* в концентрации 10<sup>4</sup> КОЕ/мл. Это потребовало проведения антибактериальной терапии с учетом чувствительности выявленных микроорганизмов для эффективного лечения инфекционного осложнения при СДС.

Диагноз: сахарный диабет 2 типа. Синдром диабетической стопы, нейропатическая форма. Инфицированная язва первого пальца правой стопы и первого плюснефалангового сустава. Хроническая болезнь почек, характеризующаяся умеренно сниженной скоростью клубочковой фильтрации и высоким уровнем альбуминурии. Сопутствующие заболевания: гипертоническая болезнь II стадии, контролируемая артериальная гипертензия, группа риска — очень высокий. Дислипидемия, характеризующаяся высокой атерогенностью (высокие уровни холестерина, триглицеридов, липопротеинов низкой плотности и очень низкой плотности).

Во время обработки раневой области правой стопы была удалена некротическая ткань (рис. 4).



**Рисунок 2.** Рентгенограмма правой стопы в двух проекциях. Уменьшена ширина суставных щелей первого плюснефалангового сустава и межфалангового сустава первого пальца, наблюдается субхондральный склероз и заострение суставных поверхностей.



**Рисунок 3.** Магнитно-резонансная томография правой стопы. Трабекулярный отек костного мозга дистальной фаланги первого пальца.



**Рисунок 4.** Вид правой стопы после тщательной и щадящей хирургической обработки раны.



Рисунок 5. Динамика заживления ран (август 2023 г.).



Рисунок 6. Динамика заживления ран (ноябрь 2023 г.).

Была скорректирована терапия: специализированная диета, разработанная для пациентов с диабетом 2 типа, направленная на поддержание стабильного уровня сахара в крови и предотвращение скачков уровня глюкозы; гипогликемическая терапия: метформин — 1000 мг два раза в день, эмпаглифлозин — 25 мг утром; розувастатин — 20 мг в день; антибактериальная терапия: моксифлоксацин внутривенно — 400 мг в день в течение 10 дней, затем амикацин внутримышечно — 500 мг в течение 21 дня; перевязки с использованием липид-коллоидных раневых повязок каждый день; на ноги была наложена индивидуальная полимерная разгрузочная повязка (тотал-контактный гипс).

Пациентка не всегда соблюдала рекомендации, в частности, иногда передвигалась без использования костылей, допуская нагрузку на правую стопу. Стационарное лечение с периодической хирургической обработкой ран сопровождалось небольшим уменьшением размеров ран и увеличением гиперкератоза и сухости кожи вокруг раны (рис. 5).

Наблюдалось частичное заживление ран на пальцах, которое было достигнуто за счет снижения физической активности при ходьбе (рис. 6).

При восстановлении обычного физиологического режима ходьбы были отмечены усиление гиперемии дна раны и шероховатость кожи вокруг раны, что вызывало напряжение и дискомфорт у пациентки (рис. 7 А, Б).

При осмотре пациентки в мае 2024 г. признаки заживления дефектов мягких тканей в области подошвенной поверхности первого пальца и первого



Рисунок 7. Динамика заживления ран (январь 2024 г.).

плюснефалангового сустава правой стопы не выявлены. Края раны оставались неровными и плотными, с признаками гиперкератоза по периферии. Объем грануляционной ткани минимален, наблюдались стойкие изменения, указывающие на низкую регенеративную активность. Несмотря на проводимую терапию, уменьшения размеров дефекта и эпителизации не происходило. Дно раны оставалось влажным, с серозным отделяемым, количество которого со временем не уменьшалось, что свидетельствовало о продолжающемся воспалительном процессе (рис. 8).

В июне 2024 г. для стимуляции ангиогенеза и эпителизации был использован лиофилизированный бесклеточный продукт из ткани пуповины человека. Применение продукта было одобрено согласно «Протоколу этического комитета» SF\_LEK\_MT\_0702 от 06.06.2022 (рис. 9).

Продукт из пуповины применялся при каждой перевязке (один раз в 3–4 дня) в течение 3 недель. Использовались асептические повязки без применения дополнительных фармакологических средств для закрытия ран, вокруг дефекта мягких тканей накладывалась фетровая разгрузочная повязка (рисунок 10 А, Б).

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Представленный случай лечения пациента с успешным заживлением язв при синдроме диабетической стопы примечателен с точки зрения применения нового подхода к местной терапии ран — использования бесклеточной матрицы из пуповины человека.



Рисунок 8. Динамика раневого процесса (май 2024 г.). Выраженный гиперкератоз вокруг раневой области первого плюснефалангового сустава.



Рисунок 9. А — бесклеточная матрица из пуповины человека, Б — перевязка раны с использованием бесклеточной матрицы из пуповины человека.



Рисунок 10. Динамика заживления ран после использования бесклеточной матрицы из пуповины человека (конец августа 2024 г.): диабетическая рана большого пальца полностью покрыта эпителием, раневая область первого плюснефалангового сустава эпителизирована, гиперкератоз менее выражен.

С момента начала лечения продуктом из пуповины началось активное формирование грануляционной ткани. Дно раны постепенно заполнялось грануляциями насыщенного розового цвета, что указывало на высокую регенеративную активность тканей. Происходила постепенная эпителизация и уменьшение размеров раны. Края раневой поверхности становились более гладкими и мягкими, что свидетельствовало о снижении гиперкератоза.

Использование бесклеточного продукта из пуповины человека способствовало активации ангиогенеза, о чем свидетельствовало появление множества мелких новообразованных кровеносных сосудов в грануляционной ткани, что улучшило трофику пораженной области и способствовало ускорению регенеративных процессов.

Воспалительные проявления, гиперемия вокруг раны и боль при пальпации значительно уменьшились. Предполагается, что механизм этих изменений заключается во влиянии факторов роста и компонентов тканеинженерного продукта из пуповины на стимуляцию миграции стволовых клеток в очаг воспаления. В экспериментах на грызунах и свиньях мы показали колонизацию бесклеточной тканеинженерной конструкции клетками реципиента. Высокая гигроскопичность продукта способствовала его фиксации в ране. В наших экспериментальных исследованиях продукт поглощал жидкость в 16 раз больше исходной массы образца [5].

Асептические повязки помогали поддерживать оптимальные условия влажности и стерильности, что также положительно влияло на процесс заживления. Постепенно размеры ран уменьшались, раны покрывались новообразованным эпителием, что свидетельствовало об эффективной репарации поврежденных тканей.

Таким образом, использование лиофилизированного бесклеточного продукта из пуповины человека продемонстрировало выраженный положительный эффект в заживлении дефектов мягких тканей, улучшении процессов регенерации, трофики и снижении воспалительных проявлений.

Пациент продолжает адекватную гипогликемическую, липидоснижающую, ангиопротекторную и антигипертензивную терапию.

В дальнейшем планируется проведение проспективного клинического исследования для оценки эффективности и воспроизводимости данного метода на расширенной выборке пациентов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение лиофилизированного продукта из пуповины человека демонстрирует высокую эффективность в лечении диабетических ран, ускоряя эпителизацию, снижая гиперкератоз окружающих тканей и не вызывая местных аллергических, инфекционных или воспалительных реакций. Зона заживления функционально сопоставима с неповрежденной тканью, что, вероятно, связано с наличием в продукте факторов роста, цитокинов, молекул адгезии и компонентов фетального фенотипа, подтвержденным в наших предыдущих экспериментальных работах. Учитывая высокий риск рецидивов у пациентов с диабетической стопой, критически важными остаются регулярное использование ортопедической обуви и индивидуальных стелек, а также динамическое наблюдение в специализированном кабинете диабетической стопы для предотвращения осложнений и поддержания долгосрочного результата лечения.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источники финансирования.** Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

**Участие авторов.** Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

**Согласие пациента.** Авторы настоящей статьи получили письменное разрешение от упоминаемых в статье пациентов на публикацию их медицинских данных в журнале «Проблемы эндокринологии».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF) Guidance. *Diabetes Metab Res Rev.* 2019;36
- International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 10th ed. Brussels: International Diabetes Federation; 2021. 168 p
- Armstrong DG, Boulton AJ, Bus SA. Diabetic Foot Ulcers and Their Recurrence. *N Engl J Med.* 2017;376(24):2367-2375
- Ma Z, Wang P, Zhan L. The application of tissue-engineered biomaterials in wound healing. *Int J Biol Macromol.* 2021;184:340-356
- Kondratenko AA, Tovpeko DV, Volov DA, et al. Decellularized Umbilical Cord as a Scaffold to Support Healing of Full-Thickness Wounds. *Biomimetics.* 2024;7(9):405. doi: <https://doi.org/10.3390/biomimetics9070405>
- Martinez-Zapata MJ, Martí-Carvajal AJ, Solà I, et al. Autologous platelet-rich plasma for treating chronic wounds. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;5:CD006899
- Badiavas EV, Falanga V. Treatment of chronic wounds with bone marrow-derived cells. *Arch Dermatol.* 2003;139(4):510-516
- Frykberg RG, Gibbons GW. The Diabetic Foot: Evaluation and Management. *Curr Treat Options Cardiovasc Med.* 2006;8(2):151-164
- Патент РФ на изобретение №2816034 / 25.03.2024. Бюл. № — . Хоминец В.В., Калюжная-Земляная Л.И., Кондратенко А.А., Товпеко Д.В., Земляной Д.А., Воллов Д.А., Чеботарёв С.В. Способ применения бесклеточного лиофилизированного продукта из пуповины человека для заживления ран. [PatentRUS №2816034 / 25.03.2024. Khominets VV, Kalyuzhnaya-Zemlyanaya LI, Kondratenko AA, Tovpeko DV, Zemlyanoy DA, Volov DA, Chebotarev SV. Method of using a cell-free lyophilized product from the human umbilical cord for wound healing. (in Russ.)]
- Патент РФ на изобретение №2795904 / 15.05.2023. Бюл. № — . Калюжная-Земляная Л.И., Товпеко Д.В., Кондратенко А.А., Земляной Д.А., Чернов В.Е., Чеботарёв С.В., Воллов Д.А. Способ получения бесклеточного матрикса из пуповины человека для создания высокорегенеративного раневого покрытия. [PatentRUS №2795904 / 15.05.2023. Kalyuzhnaya-Zemlyanaya LI, Tovpeko DV, Kondratenko AA, Zemlyanoy DA, Chernov VE, Chebotarev SV, Volov DA. Method of manufacturing a cell-free matrix from the human umbilical cord to create a highly regenerative wound covering. (in Russ.)]

Рукопись получена: 25.05.2025. Одобрена к публикации: 28.07.2025. Опубликовано online: 28.02.2026.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

**\*Чеботарёв Сергей Валерьевич**, к.м.н. [**Sergey V. Chebotaryov**, PhD]; адрес: Россия, 194352, Санкт-Петербург, просп. Художников, д. 13, корп. 3, кв. 60 [address: 13 Khudozhnikov Avenue, bldg. 3, apt. 60, 194352 Saint Petersburg, Russia]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3710-1983>; SPIN-код: 4817-5650; e-mail: [sergeichebotarev90@gmail.com](mailto:sergeichebotarev90@gmail.com)

**Товпеко Дмитрий Викторович** [Dmitry V. Tovpeko]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0286-3056>; SPIN-код: 3698-4656; e-mail: [tovpeko.dmitry@gmail.com](mailto:tovpeko.dmitry@gmail.com)

**Калюжная-Земляная Лидия Ивановна**, д.м.н. [Lidia I. Kalyuzhnaya-Zemlyanaya, MD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6698-4872>; SPIN-код: 1348-3306; e-mail: [terrestra@mail.ru](mailto:terrestra@mail.ru)

**Котова Маргарита Евгеньевна** [Margarita E. Kotova]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5753-2698>; SPIN-код: 5280-9279; e-mail: [me.kotova22@gmail.com](mailto:me.kotova22@gmail.com)

**Кондратенко Альбина Александровна**, к.б.н. [Albina A. Kondratenko, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8511-5864>; SPIN-код: 1668-3497; e-mail: [kondraa24@gmail.com](mailto:kondraa24@gmail.com)

**Волов Даниил Александрович** [Daniil A. Volov]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1493-7622>; SPIN-код: 1797-6654; e-mail: [volovdaniil@yandex.ru](mailto:volovdaniil@yandex.ru)

**Хоминец Владимир Васильевич**, д.м.н. [Vladimir V. Khominets, MD, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9391-3316>; SPIN-код: 5174-4433; e-mail: [khominets\\_62@mail.ru](mailto:khominets_62@mail.ru)

**Земляной Дмитрий Алексеевич**, к.м.н. [Dmitry A. Zemlyanoy, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4716-809X>; SPIN-код: 3871-7531; e-mail: [zemlianoj@mail.ru](mailto:zemlianoj@mail.ru)

**Чернов Владимир Евгеньевич**, к.б.н. [Vladimir E. Chernov, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2440-3782>; SPIN-код: 8315-1161; e-mail: [vechernov@mail.ru](mailto:vechernov@mail.ru)

**Салухов Владимир Владимирович**, д.м.н., профессор [Vladimir V. Salukhov, MD, Professor]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1851-0941>; SPIN-код: 4531-6011; e-mail: [vv@salukhov.ru](mailto:vv@salukhov.ru)

#### ЦИТИРОВАТЬ:

Чеботарёв С.В., Товпеко Д.В., Калюжная-Земляная Л.И., Котова М.Е., Кондратенко А.А., Волов Д.А., Хоминец В.В., Чернов В.Е., Земляной Д.А., Салухов В.В. Использование бесклеточного матрикса пуповины человека для замещения дефектов мягких тканей у пациента с синдромом диабетической стопы (описание клинического случая) // *Проблемы эндокринологии*. — 2026. — Т. 72. — №1. — С. 99-107. doi: <https://doi.org/10.14341/probl13615>

#### TO CITE THIS ARTICLE:

Chebotarev SV, Tovpeko DV, Kalyuzhnaya LI, Kotova ME, Kondratenko AA, Volov DA, Khominets VV, Chernov VE, Zemlyanoy DA, Salukhov VV. Use of human umbilical cord acellular matrix for soft tissue defects in patient with diabetic foot syndrome (case report). *Problems of Endocrinology*. 2026;72(1):99-107. doi: <https://doi.org/10.14341/probl13615>