

# Использование гидрохирургической системы VersaJet у больных с синдромом диабетической стопы

Дорони́на Л.П., Мити́ш В.А., Галстя́н Г.Р.

ФГУ Эндокринологический научный центр, Москва  
(директор — академик РАН и РАМН И.И. Дедов)

*Лечение хронических ран при сахарном диабете требует многофакторных лечебных воздействий, среди которых адекватная обработка раневого ложа является одним из основных компонентов. Новая технология гидрохирургической обработки ран с использованием системы VersaJet имеет ряд технических особенностей и требует оценки клинической эффективности в применении к пациентам с различными формами синдрома диабетической стопы. Анализ результатов работы с данной системой у 62 пациентов показал ряд преимуществ, к которым относятся: сокращение сроков лечения, числа повторных обработок, увеличение вероятности заживления раневых дефектов сложной локализации (пятка, область проекции сухожилий и т.д.). Гидрохирургическая система VersaJet может быть рекомендована для работы хирургических подразделений, осуществляющих специализированную помощь больным сахарным диабетом с гнойно-некротическими поражениями стоп.*

**Ключевые слова:** синдром диабетической стопы, VersaJet

## The use of the VersaJet hydrosurgical system in patients with diabetic foot syndrome

Doronina L.P., Mitish V.A., Galstyan G.R.

Endocrinological Research Centre

*The management of chronic lesions in DM patients implies a multifactor approach, its important component being the adequate treatment of the wound bed. The new hydrosurgical technology for the purpose based on the VersaJet system poses a number of technical problems and requires assessment of its applicability and efficiency in patients with different forms of diabetic foot syndrome. Results of the work with this system (62 patients) revealed its advantages, such as reduction of treatment duration and the number of repeat treatments, higher probability of wound healing at sites difficult to access (heel, tendon projection regions, etc.). It is concluded that the VersaJet system may be recommended for the use in surgical departments providing specialized medical aid to patients with DM and pyonecrotic foot lesions.*

**Key words:** diabetic foot syndrome, VersaJet

## Введение

У больных сахарным диабетом (СД) гнойно-некротические поражения стоп являются серьезным осложнением, нередко приводящим к таким тяжелым последствиям, как ампутация пальцев, нижней конечности или смерти пациента.

Раневой процесс имеет сложный механизм и предполагает смену четырех основных фаз: гемостаза, воспаления, пролиферации и ремоделирования. При хронических раневых дефектах, к которым относятся язвенные дефекты при синдроме диабетической стопы (СДС) имеет место полное или значительное нарушение нормального течения раневого процесса. Это может быть связано как с диабетом *per se*, так и наличием инфекционного воспаления и/или нарушением кровотока. Соответственно, раневой процесс «застревает» на фазе воспаления и/или пролиферации, что в значительной степени замедляет заживление и приводит к длительно незаживающим раневым дефектам. Среди комплексных мер по ведению больных с хроническими ранами обработка раневого ложа является если не ключевой, то абсолютно необходимой составляющей лечебной тактики. Именно обработка раневого дефекта позволяет перевести рану из состояния хронического «застоя» в активную фазу, стимулирует образование факторов роста, необходимых для формирования грануляционной ткани и готовности раны к пластике и/или первичному заживлению, особенно это актуально у больных СД с СДС. Хирургическая обработка раны является наиболее радикальным и быстрым способом удаления некротических тканей, но вместе с этим и механический, и хирургический метод обработки ран не обладают селективностью, поскольку в ходе их применения происходит травматизация и удаление здоровых тканей, что увеличивает объем раневого поражения и сопровождается выраженной болевой реакцией.

Биологические методы очистки ран весьма эффективны, однако также имеют ряд особенностей, ограничивающих их широкое применение.

Гидрохирургическая система VersaJet является новым инструментом, предназначенным для удаления некротических тканей. Небольшой размер сопла и легкость в маневрировании на небольшом пространстве делает ее незаменимой для иссечения некротических тканей различной локализации.

В основу системы заложено использование водоструйных технологий, обеспечивающих подачу жидкости, в данном случае это физиологический раствор, в высоком скоростном режиме. Это позволяет одновременно удерживать, иссекать и удалять поврежденные и инфицированные ткани без травматизации здоровых тканевых структур. Система обеспечивает также создание локального вакуума и в сочетании с отсасывающим и орошающим эффектом водной струи уже в ходе операции немедленно производится удаление из раны детрита, инфицированных тканевых остатков и т.д. в аспирационный контейнер. В зависимости от размеров и глубины раневого дефекта могут использоваться насадки-коллекторы размером 8, 14 мм и углом наклона 15°, 45°. Благодаря возможности выбора оператором 10 режимов работы системы скорость и давление потока водной струи может достигать от 426 км/ч до 1078 км/ч, соответственно давление — от 1500 Па до 12000 Па. Чем больше скорость подачи жидкости, давление, осуществляемое непосредственно оператором рукояткой системы, тем выраженнее иссекающий эффект.

Основные преимущества гидрохирургической системы VersaJet:

1. Чистота рабочего поля путем постоянного удаления крови и иссеченных тканей.
2. Минимальное повреждение тканей и создание гладкой поверхности.

3. Радикальная хирургическая обработка ран, труднодоступных для скальпеля.
4. Тщательное очищение от некротических и инфицированных тканей при сохранении здоровых.
5. Возможность использования системы у тяжелых пациентов.

### Цель работы

Оценка технических особенностей и клинической эффективности использования гидрохирургической системы VersaJet у пациентов с различными формами СДС.

### Материалы и методы

Под нашим наблюдением с 2008 по 2010 гг. находились 62 пациента с СДС которым были выполнены хирургические обработки раневых дефектов с помощью гидрохирургической системы VersaJet. Нейропатическая форма СДС была у 27 человек (43,5%), нейро-ишемическая – у 35 (56,5%). У всех больных были гнойно-некротические поражения тканей стопы и/или голени.

Пациенты были как с СД1 (11 человек), так и СД2 (51 человек). Из них 34 мужчины и 28 женщин, средний возраст составил 56,19 ( $\pm 13,4$ ) лет.

Следует отметить, что на программном гемодиализе состояло 4 пациента, после трансплантации почки 3 пациента. Тяжелая сердечно-сосудистая патология выявлена у 17 пациентов.

Обследование всех пациентов проводили по программе, состоящей из клинических, лабораторных и инструментальных методов диагностики. Для определения характера и объема поражения нижних конечностей использовали: рентгенографию, компьютерную и магнитно-резонансную томографию стоп; дуплексное сканирование сосудов нижних конечностей; определение транскутанного напряжения кислорода  $TcO_2$ ; ангиографию артерий таза и нижних конечностей при наличии признаков критической ишемии.

Площадь раневых дефектов в среднем составляла 12 см<sup>2</sup> (6–28), длительность предшествовавшего периода наличия раневого дефекта составляла 14 месяцев (1–34). Показаниями для использования гидрохирургического метода обработки ран являлись: раневые дефекты, имеющие относительно большую площадь поверхности с признаками инфицирования, покрытые плотным фибриновым налетом и/или некротизированными участками тканей.

Локализация ран была разнообразной и представлена в таблице 1. Как видно на фотографиях, раны были гнойно-гранулирующие и гнойно-некротические и имели сложную конфигурацию. Следует отметить большую долю пациентов, поступивших в отделение с послеоперационными ранами ранее проводимого хирургического лечения.

По данным лучевых методов исследования, объем поражения подкожных тканей стопы значительно превышал площадь трофических изменений покровных тканей, что было подтверждено интраоперационно. Микробиологические исследования показали рост смешанной микрофлоры с преобладанием грамположительных микроорганизмов. В 67,2% случаев присутствовал анаэробный компонент.

Всем пациентам с нейроишемической формой проводилась оценка состояния кровотока путем исследования магистрального кровообращения и оксигенации мягких тканей. В случае наличия критической ишемии первым этапом лечения выполнялось восстановление просвета стенозированных и/или окклюзированных артерий. Для восстановления кровотока применялись преимущественно эндоваскулярные методы лечения: внутрисосудистая реканализация, субинтимальная реканализация; прохождение артерий из антеградного и/или

Таблица 1

Общая характеристика раневых дефектов у больных с СДС (n=62)			
Локализация	Абс.	%	Фотография
Раны после ампутации пальцев	16	25,8	
Раны тыльной поверхности стопы	12	19,4	
Раны подошвенной поверхности стопы	11	17,7	
Раны пяточной области	9	14,6	
Раны области голени	8	12,9	
Раны торца культи стопы (после трансметатарзальной резекции)	6	9,6	

ретроградного доступов; имплантация стентов в восстановленный просвет пораженных артерий (по показаниям).

### Результаты и их обсуждение

Многокомпонентное лечение пациентов с гнойно-некротическими поражениями СДС состояло из консервативных и хирургических мероприятий.

1. Компенсация углеводного обмена и лечение сопутствующих заболеваний.
2. Системная антибактериальная терапия.
3. Местное лечение ран и разгрузка стопы.
4. Чрескожная транслюминальная баллонная ангиопластика пораженных артерий нижней конечности у пациентов с нейро-ишемической формой СДС и антитромботическая терапия.
5. Антигипертензивная и антилипидемическая терапия.
5. Хирургическое лечение гнойно-некротического очага стопы с помощью гидрохирургической системы VersaJet (однократно или этапные обработки).
6. Закрытие ран и/или формирование культи пораженной стопы при помощи ранних реконструктивных и пластических операций.

На рисунке 1 представлены виды хирургических обработок, проводимых пациентам с СДС.

Оценка эффективности применения гидрохирургической системы VersaJet проводилась на основании клинических признаков течения раневого процесса, степени очищения от фибрина и некротических элементов раны, болевых ощущений больных, возникающих в ходе операции, кровоточивости ране-

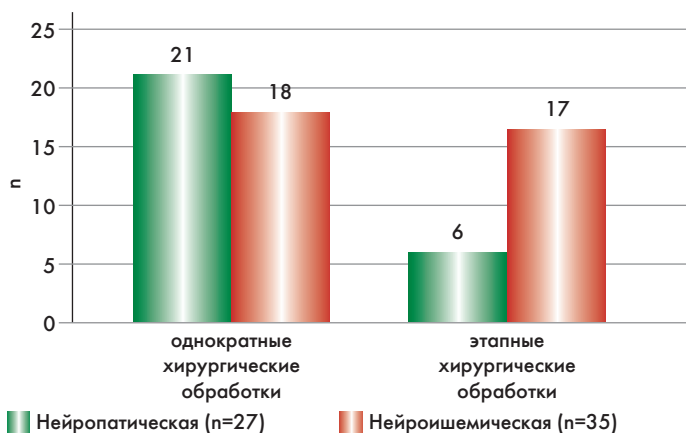


Рис. 1. Вид хирургических обработок, проводимых пациентам с СДС

вого дефекта. Длительность процедуры гидрохирургической обработки раны составила в среднем 6 минут (2-12 минут). Повторные обработки проводились по необходимости в течение 5-10 дней от момента первой. Во всех случаях проводилась предварительная предоперационная подготовка пациента путем назначения в/м инъекций нестероидных противовоспалительных анальгетиков за 30 минут до процедуры и непосредственно во время манипуляции. Кровоточивость раневого дефекта носила умеренный характер, не требовавший дополнительных усилий в том числе использования коагулятора для его остановки. В целом у всех пациентов было достигнуто значительное ускорение процесса очищения раневого ложа, что позволило сократить сроки заживления раневых дефектов.

Хирургическое лечение пораженной стопы носило одноэтапный характер у 21 (16,6%) пациента с нейропатической формой СДС и у 18 (15,5%) пациентов с нейроишемической формой СДС. Этапные хирургические обработки (одна или несколько) выполнены всего 6 (6,6%) пациентам с нейропатической формой СДС и в большом количестве пациентам с нейроишемической формой – 17 (12,4%). Всего выполнено 87 хирургических обработок (включая и повторные обработки) гнойно-некротического очага.

Окончательным этапом всем больным были выполнены реконструктивные хирургические вмешательства на костно-суставном аппарате стопы и пластические операции, направленные на ликвидацию патологических полостей и закрытие раневой поверхности.

Самостоятельное заживление раневых дефектов после обработки гидрохирургической системой VersaJet произошло



Рис. 1 а, б. Вид стопы при поступлении в стационар

у 8 пациентов с нейроишемической формой СДС и у 5 пациентов с нейропатической формой СДС.

У остальных пациентов для закрытия раневых поверхностей применили следующие методы пластической хирургии: пластика раны местными тканями выполнена 17 пациентам с нейропатической формой СДС и 14 пациентам с нейроишемической формой СДС; трансметатарзальная резекция стопы выполнена 6 пациентам с нейроишемической формой СДС; комбинированная пластика раны местными тканями методом дозированного растяжения и разнообразными нестандартными лоскутами, сформированными из утильных тканей 4 пациентам с нейропатической формой СДС; пластика раны свободным расщепленным кожным трансплантатом – 2 пациентам с нейропатической формой СДС и 4 пациентам с нейроишемической формой СДС; миопластика патологических полостей стопы – 2 пациентам с нейропатической формой СДС.

Нижеприведенные клинические наблюдения, отражающие основные положения многокомпонентного хирургического лечения СДС с использованием гидрохирургической системы VersaJet.

**Первое наблюдение: пациентка Х., 33 г.** поступила в отделение с жалобами на наличие обширной раны правой стопы с гнойным отделяемым, повышение температуры тела до 38-39°C. Из анамнеза: страдает СД1 в течение 24 лет. 4 недели назад появилась рана на подошвенной поверхности правой стопы. Консультирована по месту жительства, где была предложена ампутация правой нижней конечности на уровне бедра.

При поступлении общее состояние средней тяжести. Температура тела повышена до 38°C. Местно: на правой стопе имеется обширная гнойно-некротическая рана подошвенной поверхности с переходом на латеральный край. Стопа увеличена в объеме, отечна и гиперемирована (рис. 1 а, б). Пульсация на артериях стопы сохранена.

После проведенного комплексного клинического, лабораторного и инструментального обследования больной поставлен диагноз: "СД1. Дистальная диабетическая полинейропатия. СДС, нейропатическая форма. Обширная гнойно-некротическая рана подошвенной поверхности правой стопы. Терминальная стадия ХБП. Программный гемодиализ. Проллиферативная ретинопатия, состояние после ЛФК сетчатки".

На первом этапе оперативного лечения произведена хирургическая обработка гнойно-некротического очага правой стопы



Рис. 2 а, б. Вид раны после обработки аппаратом VersaJet



Рис. 3 а, б. После повторной обработки аппаратом VersaJet выполнена частичная пластика раны местными тканями

аппаратом VersaJet. Жировая клетчатка на подошвенной поверхности стопы была некротизирована и пропитана гноем. Капсула 5 плюсне-фалангового сустава содержала участки гнойного расплавления. Выполнена экзартикуляция 5 пальца, резекция деструктивно измененной головки 5-й плюсневой кости и иссечение всех нежизнеспособных тканей (рис. 2 а, б).

Местное лечение раны проводили раствором Бетадина. Через 2,5 недели выполнена повторная хирургическая обработка аппаратом VersaJet с частичной пластикой раны местными тканями (рис. 3 а, б).

В послеоперационном периоде отмечена выраженная положительная динамика: раневая поверхность приобрела ярко красную окраску и покрылась здоровыми мелкозернистыми грануляциями, появились очаги краевой эпителизации. На этом фоне через неделю выполнена аутодермопластика остаточной раны расщепленным кожным лоскутом (рис. 4 а, б).

Послеоперационный период протекал гладко. Рана зажила первичным натяжением, пересаженный лоскут полностью прижился. На рисунке 5 (а, б) представлен вид правой стопы через 1,5 месяца после выписки больной из стационара.

**Второе наблюдение:** пациентка П., 73 г. поступила в отделение с жалобами на повышение температуры тела до 38°C, наличие раны на левой голени. Из анамнеза: страдает СД в течение 11 лет. Около месяца назад образовалась рана левой голени, ко-



Рис. 5 а, б. Вид стопы через 1,5 месяца



Рис. 4 а, б. Аутодермопластика остаточной раны

торая постепенно увеличивалась в размерах. По месту жительства была предложена ампутация левой нижней конечности на уровне бедра.

При поступлении общее состояние средней тяжести. Температура тела повышена до 37,5°C. Местно: на задней поверхности левой голени имеется гнойно-некротическая рана, дно раны представляет некротизированное ахиллово сухожилие, вокруг раны участки сухих некрозов кожи (рис. 6). Стопа увеличена в объеме, отечна и гиперемирована. Пульсация на подколенной артерии сохранена, на артериях стопы отсутствует.

Дуплексное сканирование артерий левой нижней конечности выявило окклюзию поверхностной бедренной и задней большеберцовой артерий. Чрескожное определение парциального давления кислорода (TcPO<sub>2</sub>) на левой стопе составило 6 мм рт.ст. После проведенного комплексного клинического, лабораторного и инструментального обследования больной поставлен диагноз: "СД2. Облитерирующий атеросклероз сосудов нижних конечностей. Окклюзия ПБА, ЗББА сегмента слева. СДС, нейро-ишемическая форма. Обширная гнойно-некротическая рана левой голени. Диабетическая нефропатия и диабетическая ретинопатия".

Учитывая обширную гнойно-некротическую рану голени, первым этапом оперативного лечения произведена хирургическая обработка гнойно-некротического очага левой голени аппаратом VersaJet. Выполнено иссечение всех нежизнеспособных тканей и части ахиллова сухожилия (рис. 7).



Рис. 6. Вид раны при поступлении в стационар



Рис. 7. После первичной хирургической обработки аппаратом VersaJet



Рис. 9. После повторной обработки аппаратом VersaJet



Рис. 10. Аутодермопластика раны

Местное лечение раны проводили с атрауматичными повязками Инадин.

Выполнено стентирование ПБА и баллонная ангиопластика ЗББА (рис. 8 а, б).

В послеоперационном периоде отмечена выраженная положительная динамика: стопа потеплела, значения  $TcPO_2$  к 3-ей

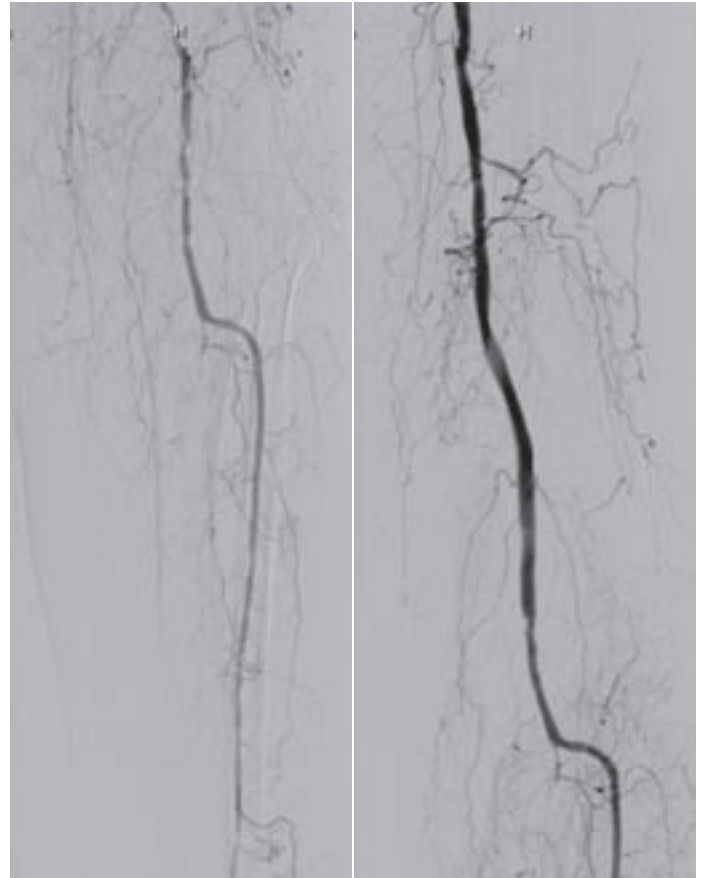


Рис. 8 а, б. Баллонная ангиопластика ЗББА

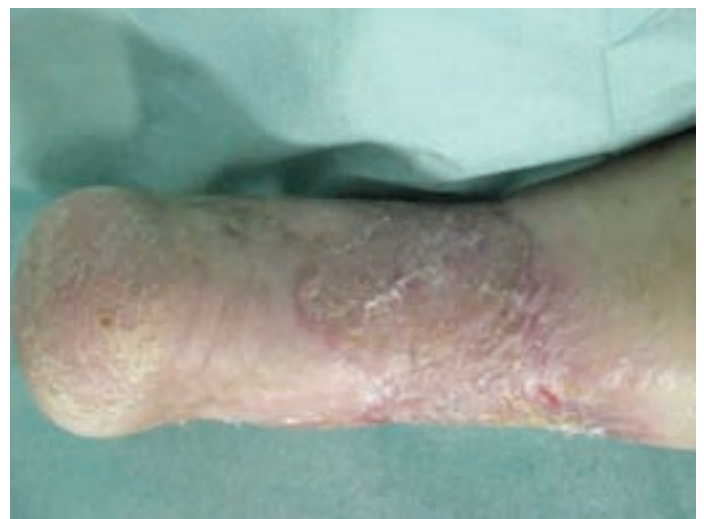


Рис. 11. Вид голени через 4 месяца

неделе выросли до 22 мм рт. ст., что дало основание к выполнению очередного этапа хирургического лечения. Выполнена повторная хирургическая обработка раны аппаратом VersaJet (рис. 9).

Через неделю на фоне перевязок раневая поверхность приобрела ярко красную окраску и покрылась здоровыми мелкозернистыми грануляциями, появились очаги краевой эпителизации. Выполнена аутодермопластика раны расщепленным перфорированным кожным лоскутом (рис. 10).

Послеоперационный период протекал гладко. Пересаженный лоскут полностью прижился. На рисунке 11 представлен вид левой голени через 4 месяца после выписки больной из стационара.

## Обсуждение и заключение

Гидрохирургический метод обработки раневого ложа расширяет возможность быстрого и селективного очищения раневой поверхности, особенно в тех случаях, когда механический или хирургический методы неприменимы или слишком травматичны. У пациентов с длительно незаживающими раневыми дефектами, с образованием плотного фибринового налета, с признаками хронизации раневого процесса и наличием инфекционного компонента данный метод позволяет за одну процедуру достичь полного очищения раны, сравнимого с тем, что достигается при длительном лечении традиционными методами воздействия на раневой процесс. Следует отметить, что гидрохирургический метод обработки раневых дефектов рассматривается только в комплексе с другими компонентами лечения хронических инфицированных ран, такими как системная антибактериальная терапия, устранение локальной отечности, разгрузка пораженного участка, в том случае, когда язвенный дефект расположен на подошвенной поверхности. Большинство пациентов отмечали боли средней интенсивности, что диктует

необходимость проведения анестезии, особенно тех случаях, когда предполагается обработка ран с числом оборотов более 5. Безусловным преимуществом гидрохирургического метода обработки ран является малая травматизация здоровых тканей. В целом все вышеперечисленные преимущества использования VersaJet сокращают сроки заживления и длительности стационарного этапа лечения. Это в определенной мере компенсирует высокую стоимость расходных материалов, сменных рукояток, используемых для каждого пациента. Согласно данным сравнительного исследования Luca Dalla Paola и др. использование гидрохирургической системы VersaJet сокращает сроки заживления с 59 до 39 дней, число хирургических вмешательств — с 3,5 до 2,1, суммарного времени на оперативные вмешательства — с 7,4 до 3,5. Таким образом, несмотря на высокую стоимость оборудования и расходных материалов, гидрохирургическая система VersaJet является важным дополнением в комплексном лечении больных с хроническими раневыми дефектами и может быть рекомендована на сегодняшний день как крове- и тканесберегающая технология для работы в гнойной хирургии, комбустиологии и пластической хирургии.

## Литература

1. Митиш В.А., Галстян Г.Р., Доронина Л.П. Первый опыт использования гидрохирургической системы Versajet у больных сахарным диабетом с длительно незаживающими язвенными дефектами стоп // Эндокринная хирургия. №1(2); 2008; С. 23–24.
2. McCardle J.E. Versajet hydroscalpel: treatment of diabetic foot ulceration. *British Journal of Nursing*. 2006 Aug. 10-Sep 13; 15(15): S12–7.
3. Klein M.B., Hunter S., Heimbach D.M., Engrav L.H., Honari S., Gallery E., Kiriluk D.M., Gibran N.S. The Versajet water dissector: a new tool for tangential excision. *J. Burn. Care Rehabil.* 2005 Nov-Dec; 26(6): P. 483–487.
4. Ian Lonergan and Kenneth Moquin Use of the VersaJet for Pedicle De-epithelialization During Breast Reduction Surgery. *Aesthetic Plastic Surgery* Volume 33, Number 2 / Март 2009 г. P. 250–253
5. Sainsbury DCG. Evaluation of the quality and cost-effectiveness of Versajet® hydro-surgery. *Int Wound J* 2009; 6: P. 24–29.
6. Mosti G. et al. The debridement of hard to heal leg ulcers by means of a new device based on fluid jet technology. *International Wound Journal* 2005; 2: P. 307–314.
7. Granick M.S. et al. Medical applications of the high-powered waterjet. Presented at the 2005 WJTA American Waterjet Conference in Houston, Tex, August 21–23, 2005.
8. Granick M. et al. Toward a common language: surgical wound bed preparation and debridement. *Wound Rep Reg* 2006; 14: S1–S10.
9. Tenenhaus M., Bhavser D., Rennekampff H.O. Treatment of deep partial thickness and intermediate depth facial burn wounds with water-jet debridement and a biosynthetic dressing. *Injury* 2007; 38S, S38–S44.
10. Rennekampff H. et al. Debridement of burn wounds with a water jet surgical tool. *Burns* 2006; 32: P. 64–69.
11. Hsu C., Breuing K. Wound debridement using Versajet – a novel hydro-surgery system. *Klasen HJ. A review on the non-operative removal of necrotic tissue from burn wounds.* *Burns* 2006; 26: P. 207–222.
12. Gravante G. et al. Versajet Hydro-surgery Versus Classic Escharotomy for Burn Debridement: A Prospective Randomized Trial // *J. Burn care & Research* 2007; 28: P. 720–724.0

**Доронина Людмила Петровна**

врач-хирург отделения диабетической стопы ФГУ Эндокринологический научный центр, Москва  
**Email: foot@endocrincentr.ru**

Митиш В. А.  
 Галстян Г.Р.

врач-хирург отделения диабетической стопы ФГУ Эндокринологический научный центр, Москва  
 зав. отделением диабетической стопы ФГУ ЭНЦ