

Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 1. С. 97-103.
Genij Ortopedii. 2022. Vol. 28, no. 1. P. 97-103.

Научная статья

УДК 617.576-001.46-089.844

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-1-97-103>

Восстановительное хирургическое лечение тяжелой инъекционной травмы кисти высоким давлением

А.М. Аристов², С.Б. Богданов^{1,2✉}, С.Н. Куринный², А.В. Каракулев^{1,2}, В.А. Аладина^{1,2}

¹ Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

² Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

Автор, ответственный за переписку: Сергей Борисович Богданов, bogdanovsb@mail.ru

Аннотация

Введение. Инъекционная травма кисти высоким давлением, возникающая в результате попадания в кисть определенного вещества под высоким давлением, происходит, как правило, на производстве. Она встречается редко и представляет серьезную проблему ввиду крайне высокого риска осложнений. Образовавшиеся в результате этапных хирургических обработок дефекты требуют пластического закрытия свободными кожными аутотрансплантатами или несвободными кровоснабжаемыми лоскутами. Кистевая терапия является неотъемлемой частью комплекса восстановительного лечения пострадавших с данной патологией. **Цель.** Представить на клиническом примере методику комплексного хирургического реконструктивно-пластического лечения тяжелой инъекционной травмы кисти высоким давлением, направленной на сохранение функции поврежденной конечности. **Материалы и методы.** Анализ способов и результата комплексного реконструктивного хирургического лечения пациента с тяжелой инъекционной травмой кисти высоким давлением, оперированного в ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. профессора С.В. Очаповского» в 2018–2019 гг. **Результаты.** Непосредственным результатом хирургического лечения было полное восстановление кожных покровов при максимально возможном сохранении подлежащих глубоких анатомических структур. Последующие оперативные вмешательства были направлены на восстановление функции кисти. **Заключение.** Восстановительное лечение пострадавшего с инъекционной травмой кисти высоким давлением включает максимально раннюю первичную хирургическую обработку раны с широкой ревизией, максимально возможным удалением введенного вещества и нежизнеспособных тканей кисти, а также профилактику развития вторичных повреждений и инфекции в ране. Реконструкция кожного покрова осуществляется путем пластики несвободными кровоснабжаемыми лоскутами, свободными полнослойными или расщепленными кожными аутотрансплантатами. Восстановление других поврежденных функционально значимых структур возможно в отдаленном периоде после заживления ран и полного приживления аутотрансплантатов. Кистевая терапия является обязательной частью комплекса функциональной реабилитации поврежденной кисти.

Ключевые слова: рана, кисть, барогидротравма, инъекция высоким давлением, лоскут, кожный аутотрансплантат, пластика, кистевая терапия

Для цитирования: Восстановительное хирургическое лечение тяжелой инъекционной травмы кисти высоким давлением / А.М. Аристов, С.Б. Богданов, С.Н. Куринный, А.В. Каракулев, В.А. Аладина // Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 1. С. 97-103. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-1-97-103>

Original article

Surgical reconstruction for high-pressure injection injuries to the hand

А.М. Aristov², S.B. Bogdanov^{1,2✉}, S.N. Kurinnii², A.V. Karakulev^{1,2}, V.A. Aladina^{1,2}

¹ Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

² Research Institute – S.V. Ochapovsky Regional Clinic Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

Corresponding author: Sergey B. Bogdanov, bogdanovsb@mail.ru

Abstract

Introduction High-pressure injection injuries to the hand result from injection of substances by high-pressure industrial devices. These are rare lesions with high risk of substantial long-term morbidity. Tissue defects resulting from staged debridement require skin grafting or vascularized island flap coverage. Hand therapy is an important part of the complex rehabilitation of such patients. The objective is to present complex surgical reconstruction of severe high-pressure injection injury of the hand aimed at preserving limb function. **Material and methods** Methods and results of surgical reconstruction of a patient with severe high-pressure injection injury of the hand treated at the Research Institute – S.V. Ochapovsky Regional Clinic Hospital No.1 in 2018–2019. **Results** Short-term result of surgical treatment demonstrated complete skin restoration and maximum possible preservation of underlying deep anatomical structures of the hand. Subsequent surgical interventions were aimed at restoring the hand function. **Conclusion** The restorative treatment of a high-pressure injection injury of the hand includes the earliest possible primary surgical treatment of the wound with wide revision, maximum removal of the injected substance and non-viable tissues and prevention of secondary injuries and infection in the wound. Non-free vascularized flaps, full-thickness free grafts or split-skin autografts are used for skin reconstruction. Restoration of other functionally significant structures can be considered at a long term with wounds healed and autografts completely implanted. Hand therapy is integral to the comprehensive functional rehabilitation of the high-pressure injection injuries to the hand.

Keywords: wound, hand, high-pressure injection injury, flap, skin autograft, reconstruction, hand therapy

For citation: Aristov A.M., Bogdanov S.B., Kurinnii S.N., Karakulev A.V., Aladina V.A. Surgical reconstruction for high-pressure injection injuries to the hand. *Genij Ortopedii*, 2022, vol. 28, no 1, pp. 97-103. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-1-97-103>

ВВЕДЕНИЕ

Барогидротравмы кисти известны с 30-х годов XX века. В медицинской литературе впервые повреждение кисти струей дизельного топлива описал С.Е. Rees [1], который сообщил о механике, получившем инъекцию в кисть дизельного топлива под высоким давлением. Несмотря на изначально благоприятно

оцененное повреждение с небольшим кровотечением, некроз тканей привел к ампутации травмированного пальца. В 50-е годы прошлого века в связи с внедрением в промышленность различных форсуночных механизмов, распылителей красок и гидроусилителей повреждения кисти струей жидкости под высоким дав-

лением стали гораздо чаще привлекать внимание различных специалистов [2]. В зарубежной литературе подобная травма носит название «high pressure injury», «pressure gun injury», «high pressure injection». В России получил широкое распространение предложенный А.В. Коньчевым термин «барогидротравма» [3]. Кисть при этом повреждается более чем в 90 % случаев.

Несмотря на широкое промышленное распространение устройств, действующих по типу пистолетов под высоким давлением, инъекционные травмы кисти встречаются редко. В среднем это 1/600 травмированных кистей [4]. Крупные центры хирургии кисти сталкиваются за год в среднем с 1–4 инъекционными травмами [5].

В большинстве случаев местом инъекции является кисть. В основном страдает недоминантная рука [6, 7], хотя в исследовании Wieder et al. [8] 13 из 25 инъекций пришлось на доминантную кисть. Более чем в 50 % случаев травмируется указательный палец. Второе место по частоте поражения занимает большой палец и только 10 % приходится на ладонь.

Без адекватного лечения частота ампутаций при подобных травмах колеблется от 30 до 48 % [9].

Часто инъекционная травма высоким давлением выглядит незначительной и вполне благоприятной в плане прогноза. Будущая проблема часто прячется за точечной раной на кисти. Клинический эффект подобного повреждения зависит от нескольких факторов, таких как давление инъекции, химическая токсичность агента, объем вещества и его температура.

Изначально давление играет основную роль. По данным литературы, при травме промышленными инъекторами оно варьирует от 40 до 800 бар. Давление в 7 бар достаточно для пенетрации кожи. При более высоком давлении непосредственный контакт устройства с кожей не требуется для инфильтрации подлежащих тканей. Инъецированная жидкость распространяется по ходу сосудисто-нервных пучков через участки с наименьшим сопротивлением [11]. Это вызывает травматическую диссекцию пальца или кисти, компрессию сосудисто-нервных пучков и вазоспазм, тканевую ишемию и, как следствие, приводит к тромбозу. Растяжение тканей в результате воздействия непосредственно жидкого агента, а также отек повышает гидростатическое давление, и тканевая перфузия нарушается аналогично компартмент-синдрому. Поэтому наряду с давлением важнейшее значение имеет объем вводимой в ткани жидкости. Ладонь обладает большей способностью к растяжению, чем кончик пальца. Поэтому инъекция равного объема жидкости в оба эти участка приведет к быстрейшему развитию компартмент-синдрома на пальце, чем на ладони [12, 13]. Внутреннее распространение агента зависит от различной плотности встречаемых тканей и может продолжаться пока не встретит плотную структуру. Таким образом происходит распространение инъецированного вещества по ходу сухожильных влагалищ и сосудисто-нервных пучков.

Второй фактор – это химическое повреждение в результате воздействия инъецированной жидкости на ткани. Некоторые промышленные жидкости обладают выраженными цитолитическими свойствами, приводя к деструкции клеток, некрозу и интенсивному воспали-

тельному ответу. Инъекция воды, воздуха или небольших объемов ветеринарных вакцин вызывает легкое повреждение тканей и заканчивается благоприятно даже без хирургического лечения. Краски и растворители являются более агрессивными веществами и обладают большими цитолитическими свойствами, чем вода и различные масла. Поэтому и инъекция обычно заканчивается хуже, чем других жидкостей [14]. Растворители обладают меньшей вязкостью по сравнению с красками, как следствие, более быстро распространяются по тканям. Дальнейшее различие может основываться на типе краски. Краски, имеющие в основе уайт спирит, вызывают тканевое повреждение за счет дезинтеграции клеточных мембран. В то время как масляные краски приводят к более интенсивному воспалительному эффекту. Латексные краски же оказывают меньшее, по сравнению с другими, разрушающее ткани действие.

Н. Bekler считает, что одним из решающих факторов в патогенезе травмы является температура инъецированного материала [15].

Следующий фактор, играющий роль в обширном разрушении тканей — это инфекция. Она может возникнуть первично сразу после инъекции, но гораздо чаще развивается вторично. Ишемия и некроз способствуют ее возникновению. Поэтому показано применение антибиотиков широкого спектра действия.

Четвертый и единственный фактор, на который доктор и пациент могут повлиять, это время между получением травмы и началом адекватного лечения. Некоторые авторы считают его наиболее значимым прогностическим фактором [16, 17, 18]. Помимо всего прочего, риск ампутации возрастает с удлинением этого времени. Некоторые источники указывают на лимит в 10 часов, после которого риск ампутации значительно возрастает. Другие авторы не обнаруживают значительной разницы в прогнозе у больных, лечение которых началось в течение 24 часов [13]. Stark et al. [19] пришли к выводу, что у пациентов, которым декомпрессия выполнялась в течение первых 10 часов, исход лечения был лучше. Pinto et al. [20] доказали, что чем дольше время между получением травмы и началом адекватного лечения, тем выше риск ампутации. Они были вынуждены отчленить палец, когда пациент прибыл на лечение спустя 72 часа после травмы.

В ранних работах, посвященных лечению барогидротравм, рекомендовалась выжидательная или консервативная тактика, что в большинстве наблюдений приводило к ампутациям пораженных пальцев [10]. С накоплением опыта стало ясно, что только раннее оперативное удаление внедрившегося материала способно обеспечить удовлетворительный результат [1].

Сразу после травмы или при начале оказания пострадавшему медицинской помощи должна быть собрана информация о природе инъецированного вещества, чтобы исключить общую интоксикацию. При необходимости к лечению подключаются токсикологи, возможно введение специфического антидота. Обязателен контроль показателей жизнедеятельности. Общий системный ответ, кроме всего прочего, может проявиться почечной недостаточностью, аллергической реакцией или гемолизом. Наибольшая опасность интоксикации имеет

место при инъекционной травме уайт спиритом [12]. Большинство авторов согласны, что только скорая и широкая ревизия под общей анестезией или блокадой плечевого сплетения является адекватным лечением инъекционной травмы высоким давлением [9, 17].

В исследованиях Wong et al. [21] инъекционные травмы разделены на легкие, средние и тяжелые случаи, основываясь на природе жидкости, времени начала адекватного лечения и клинической картине при поступлении. Легкие повреждения могут лечиться консервативно с применением антибиотиков широкого спектра, профилактикой столбняка, и контролем нейро-сосудистого состояния пальцев. Пострадавшие со средне-тяжелой или тяжелой травмой должны подвергнуться немедленной хирургической ревизии с декомпрессией и обширным дебридментом в комбинации с антибиотиками и профилактикой столбняка.

Наиболее рекомендованными считаются препараты третьего поколения цефалоспоринов [22].

Выдавливание жидкости или выполнение только послабляющих разрезов недостаточно для предотвращения дополнительных подкожных разрушений. Если при поступлении больного отмечается нарушение кровообращения и потеря чувствительности в пальце либо всей кисти, то с пациентом обязательно нужно обсудить возможность незамедлительной ампутации [12]. Общеизвестно, что кисть является не только функционально, но и косметически важной зоной. Для восстановления целостности кожных покровов используются как полнослойные трансплантаты, так и лоскуты на питающих ножках [23, 24].

Все инъецированные вещества и некротизированные ткани должны быть удалены при обильной иригации физиологическим раствором. Использование растворителей нежелательно, т.к. они сами по себе оказывают цитолитическое действие и вызывают дополнительное повреждение тканей. Операция выполняется под жгутом (турникет) без экссангинации руки бинтом Эсмарха, чтобы не произвести дополнительного распространения инъецированного агента по ходу сухожильных влагалищ и сосудисто-нервных пучков [25]. Широкие разрезы и дебридмент обычно рекомендуются для максимального удаления всех не-

кротизированных тканей и чужеродных субстанций. Также желательно рентгенологическое и клиническое наблюдение, чтобы точно определить, когда последующая хирургическая обработка будет необходима. Полезным дополнением для максимального удаления инородных тел и лучшего прогноза лечения является терапия раны отрицательным давлением [26, 27]. Пациенты должны быть информированы относительно сохраняющегося риска ампутации и поздних осложнений при тяжелом типе повреждения. Этапные хирургические обработки, ампутации, а также реконструкции с использованием лоскутов являются необходимыми для спасения конечности [21]. Часто возникает необходимость в нескольких дебридментах или некрэктомиях, а затем реконструкциях с использованием кожных аутотрансплантатов, островковых или же свободных лоскутов [20, 21]. Иногда более предпочтительно открытое ведение раны [20].

После операции больной должен носить ладонный сплинт. Очень важно немедленно начать физиотерапию, чтобы как можно раньше восстановить функцию кисти. В первые 3 недели пострадавшему проводится активная и пассивная мобилизация пальцев. Через 3 недели начинается интенсивная кистевая терапия и реабилитация на срок от 6 до 12 недель [4].

Позднее лечение может закончиться необратимым повреждением тканей, остающимся на всю жизнь нарушением функции кисти и даже ампутацией. Реже олеогранулемы, фиброгистиоцитические опухоли, сквамозноклеточная карцинома описываются как поздние осложнения [28, 29, 30].

Таким образом, при изучении литературы мы столкнулись с достаточно редкой встречаемостью инъекционной травмы кисти высоким давлением, значительным числом возможных осложнений, а также отсутствием описания тех кровоснабжаемых лоскутов, которые применимы при лечении данной патологии.

Цель исследования. Представить на клиническом примере методику комплексного хирургического реконструктивно-пластического лечения тяжелой инъекционной травмы кисти высоким давлением, направленной на сохранение функции поврежденной конечности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Представлен клинический случай хирургического лечения пострадавшего с инъекционной травмой кисти высоким давлением в ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. профессора С.В. Очаповского». Исследование выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы прове-

дения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Пациент дал добровольное информированное согласие на публикацию клинического случая в открытой печати.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Пациент Л., 28 лет, получил травму левой кисти во время работы на станке, впрыскивающим раскаленный до 200 °С пластик в плавильную форму. Бригадой скорой медицинской помощи пострадавший был доставлен в травматологическое отделение городской больницы, где в экстренном порядке произведена первичная хирургическая обработка, включающая в себя широкое раскрытие раны, удаление застывшего пла-

стика, иссечение явно нежизнеспособных тканей. На третьи сутки после травмы больной был переведен в НИИ – Краевая клиническая больница № 1 для специализированного лечения (рис. 1–2).

На следующие сутки (4-е после получения травмы) больному была выполнена этапная хирургическая обработка, включающая радикальную некрэктомию (рис. 3). Были иссечены некротизированные сухожи-

лия разгибателей и сгибателей 3, 4 пальцев, а также межкостные и червеобразные мышцы. Раневые дефекты кисти были одномоментно закрыты несвободными кровоснабжаемыми лоскутами: на тыльную поверхность был перемещен задний лоскут предплечья, не компрометирующий магистральные сосуды конечности (рис. 4 и 5), что, в свою очередь, позволило закрыть дефект ладонной поверхности кисти несвободным «лучевым» лоскутом (рис. 6 и 8).

Донорские дефекты предплечья были закрыты свободными полнослойными кожными аутотрансплантатами толщиной 1 мм, срезанными ротаторным электродерматомом с наружной поверхности левого плеча. На полученный раневой дефект была выполнена пластика расщепленным аутотрансплантатом толщиной 0,25 мм с индексом перфорации 1:4. На область пластики уложено биологическое раневое покрытие Хитопран для сокращения сроков заживления (рис. 7–9).



Рис. 1. Вид тыльной поверхности кисти больного при поступлении в клинику



Рис. 2. Вид ладонной поверхности больного при поступлении в клинику



Рис. 3. Вид кисти после некрэктомии



Рис. 4. На задней поверхности предплечья поднят кровоснабжаемый кожно-фасциальный лоскут



Рис. 5. Дефект тыльной поверхности кисти закрыт кровоснабжаемым лоскутом предплечья

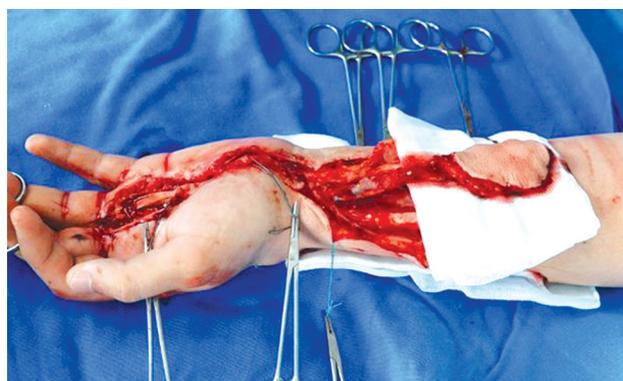


Рис. 6. На лучевом сосудистом пучке предплечья сформирован кровоснабжаемый кожно-фасциальный лоскут



Рис. 7. Донорская рана после взятия аутотрансплантата закрыта биологическим раневым покрытием Хитопран



Рис. 8. Пластика дефекта ладонной поверхности кисти не-свободным кровоснабжаемым «лучевым» лоскутом



Рис. 9. Донорский дефект предплечья закрыт полнослойным кожным аутографтантатом

После операции конечность была иммобилизована гипсовой лонгетой на 3 недели. Начиная с седьмых суток после операции проводили курс кистевой терапии под наблюдением специалиста, направленной на сохранение полного объема пассивных и активных движений в пальцах поврежденной кисти. Кистевая терапия проводилась на протяжении всего последующего восстановительного лечения пострадавшего, которое включало в себя пластику сухожилий разгибателей 3, 4 пальцев свободными некроваоснабжаемыми аутографтантатами из сухожилий длинных разгибателей 4, 5 пальцев левой стопы. А также двухэтапную пластику сухожилий глубоких сгибателей 3, 4 паль-

цев, состоящую последовательно из имплантации силиконовых эндопротезов и их последующей замены на свободные некроваоснабжаемые аутографтантаты сухожилий длинных разгибателей 4,5 пальцев правой стопы. Каждое вмешательство дополнялось обязательным этапным обезжириванием прижившегося лучевого лоскута. Продолжающаяся кистевая реабилитация позволила максимально восстановить функцию кисти (рис. 10. и 11), и больной вернулся к прежнему труду.



Рис. 10. Вид кисти больного через 1 год после травмы (разгибание пальцев)



Рис. 11. Вид кисти больного через 1 год после травмы (сгибание пальцев)

ДИСКУССИЯ

Крайне редко встречающаяся в повседневной практике инъекционная травма кисти высоким давлением при несвоевременной и нерадикальной хирургической помощи может привести к тяжелым последствиям вплоть до потери пальца или всей кисти. Необходимым условием лечения является широкая ревизия раны с раскрытием всех затеков инъецированного вещества, декомпрессия сосудисто-нервных пучков. Для более полного предоперационного планирования мы используем методы визуализации, такие как компьютерная томография при поступлении больного, а в более поздние сроки – МРТ-исследование конечности. Обязательно обильное промывание раны физиологическим раствором для удаления токсических продуктов, тканевого отделяемого [27].

В доступной литературе мы не нашли четких указаний на предпочтительность использования расщеплен-

ных кожных аутографтантатов или кровоснабжаемых лоскутов. Поэтому придерживаемся общепринятой в пластической хирургии концепции [31]: при отсутствии воспаления в ране и обнажении таких структур как нервы, сосуды, сухожилия, желательное использование кровоснабжаемых лоскутов. Причем приоритет должен принадлежать тем из них, которые не компрометируют магистральные сосуды, как, например, примененный нами тыльный лоскут предплечья. Его использование позволило поднять островковый лучевой кожно-фасциальный лоскут предплечья для реконструкции ладонной поверхности кисти без декомпенсации кровообращения в ней. Причем лоскут на лучевом сосудистом пучке нам кажется предпочтительным для восстановительной хирургии в условиях травматологического или ожогового отделения, т.к. его применение не требует специального микрохирургиче-

ского оснащения операционной и глубокой микрохирургической подготовки оператора. Расщепленные или же полнослойные некровоснабжаемые кожные ауто-трансплантаты с успехом используются для закрытия поверхностных дефектов, гранулирующих ран. В ряде случаев тонкий расщепленный кожный ауто-трансплантат может быть уложен на рану функционально значимой зоны, когда сохраняется риск развития инфекционных осложнений в ней. В такой ситуации поздняя реконструкция рубцовой деформации с пластикой кровоснабжаемым лоскутом является более безопасной. Реконструкция других утраченных структур, как, например, сухожилий сгибателей и разгибателей пальцев кисти, выполняется следующими этапами после

восстановления адекватного мягкотканного покрова. И может сопровождаться операциями по обезжириванию лоскута.

Также важным компонентом восстановительного лечения пострадавших с инъекционной травмой кисти высоким давлением является кистевая терапия и реабилитация. В течение первых 5–7 дней кисть пациента должна быть иммобилизована сплинтом, например, гипсовой лонгетой. Затем при уменьшении отека и явлений воспаления начинается программа реабилитации, проводимая специалистом, направленная на профилактику формирования контрактур и восстановления объема пассивных и, при возможности, активных движений в пальцах кисти и кистевом суставе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инъекционная травма кисти высоким давлением является тяжелым повреждением, требующим экстренного хирургического лечения и комплексного подхода. Оно должно включать в себя широкую ревизию раны с раскрытием всех затеков инъецированного вещества, декомпрессию сосудисто-нервных пучков, максимально возможное удаление инородных тел и явно нежизнеспособных тканей, обильное промывание раны физиологическим раствором. Рана не ушивается, ведется открыто или с использованием терапии отрицательным давлением. Пациент должен быть информирован о возможности первичной или отсроченной ампутации. Обязательно наблюдение врача анестезиолога-реаниматолога на предмет возможности резорбтивного токсического эффекта инъецированного вещества. Последующие этапные хирургические обработки направлены на удаление оставшихся затеков инъецированного вещества, нежизнеспособных тканей, профилактику развития инфекции в ране и подготовку ее к пластическому закрытию. Восстановление кожного покрова осуществляется, когда риск развития инфекции в ране минимален: она очищена от некротизированных и нежизнеспособных тканей, нет воспалительных явлений в ней. Для пластики глубоких дефектов с обнажением сосудов, нервов и сухожилий, а также таких функционально важных зон как ладонная поверхность, область суставов пальцев, предпочтительно использование не-

свободных кровоснабжаемых лоскутов. В остальных случаях применяются свободные некровоснабжаемые полнослойные или же расщепленные кожные ауто-трансплантаты. Реконструкция других утраченных функционально значимых структур таких как, например, сухожилия пальцев, осуществляется только после восстановления полноценного мягкотканного покрова кисти. Также важным компонентом лечения пострадавших с инъекционной травмой высоким давлением является кистевая терапия и реабилитация, направленная на профилактику развития контрактур суставов кисти, на восстановление объема пассивных и активных движений в них, на профилактику развития рубцовых сращений скользящих структур с окружающими тканями, а также на восстановление трудоспособности кисти как интегрального понятия. Все это обуславливает необходимость лечения такой категории пострадавших в региональном центре травматологии и ортопедии, где возможно участие различных медицинских специалистов: кистевые хирурги, травматологи, пластические хирурги, токсикологи, реаниматологи, гнойно-септические хирурги, реабилитологи и кистевые терапевты.

Пациент в нашем примере, получивший тяжелую инъекционную травму высоким давлением, в результате своевременного и комплексного хирургического лечения смог вернуться к обычной трудовой деятельности без значительных функциональных потерь.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Rees C.E. Penetration of tissue by fuel oil under high pressure from diesel engine // JAMA. 1937. Vol. 109, No 11. P. 866-867. DOI: 10.1001/jama.1937.92780370004012c.
2. Осипенкова Т.К., Розанов В.В., Матвейчук И.В. Гидродинамическая травма. Характерные особенности и возможности идентификации // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы и патологической анатомии : сб. статей. Хабаровск, 2012. С. 134-136.
3. Коньчев А.В. Гнойно-воспалительные заболевания верхней конечности. СПб.: Невский диалект, 2002. 352 с.
4. Verhoeven N., Hierne R. High-pressure injection injury of the hand: an often underestimated trauma: case report with study of the literature // Strategies Trauma. Limb Reconstr. 2008. Vol. 3, No 1. P. 27-33. DOI: 10.1007/s11751-008-0029-9.
5. Neal N.C., Burke F.D. High-pressure injection injuries // Injury. 1991. Vol. 22, No 6. P. 467-470. DOI: 10.1016/0020-1383(91)90151-w.
6. High-pressure water injection injuries of the hand may not be trivial / B. Bean, S. Cook, B.J. Loeffler, R.G. Gaston // Orthopedics. 2018. Vol. 41, No 2. P. 245-251. DOI: 10.3928/01477447-20180123-04.
7. High-pressure injection injuries to the hand / D. Vasilevski, M. Noorbergen, M. Depierreux, M. Lafontaine // Am. J. Emerg. Med. 2000. Vol 18, No 7. P. 820-824. DOI: 10.1053/ajem.2000.18051.
8. Long term follow-up of high-pressure injection injuries to the hand / A. Wieder, O. Lapid, Y. Plakht, A. Sagi // Plast. Reconstr. Surg. 2006. Vol. 117, No 1. P. 186-189. DOI: 10.1097/01.prs.0000185668.67855.63.
9. Hogan C.J., Ruland R.T. High-pressure injection injuries to the upper extremity: a review of the literature // J. Orthop. Trauma. 2006. Vol. 20, No 7. P. 503-511. DOI: 10.1097/00005131-200608000-00010.
10. Матвеев Р.П., Петрушин А.Л. Повреждения кисти жидкостями высокого давления (барогидротравмы) : обзор литературы // Травматология и ортопедия России. 2009. № 3. С. 85-92.
11. Valentino M., Rapisarda V., Fenga C. Hand injuries due to high-pressure injection devices for painting in shipyards: circumstances, management, and outcome in twelve patients // Am. J. Ind. Med. 2003. Vol. 43, No 5. P. 539-542. DOI: 10.1002/ajim.10218.

12. A 10-year review of high-pressure injection injuries to the hand / H.G. Lewis, P. Clarke, B. Kneafsey, M.D. Brennen // *J. Hand Surg. Br.* 1998. Vol. 23, No 4. P. 479-481. DOI: 10.1016/s0266-7681(98)80126-5.
13. Traumatisme de la main par injection sous pression: spécificité lésionnelle de l'huile industrielle / L. Obert, D. Lepage, D. Jeunet, P. Gérard, P. Garbuio, Y. Tropet // *Chir. Main.* 2002. Vol. 21, No 6. P. 343-349. DOI: 10.1016/s1297-3203(02)00137-3.
14. Functional outcome of high-pressure injection injuries of the hand / L. Christodoulou, E.Y. Melikyan, S. Woodbridge, F.D. Burke // *J. Trauma.* 2001. Vol. 50, No 4. P. 717-720. DOI: 10.1097/00005373-200104000-00020.
15. The surgical treatment and outcomes of high-pressure injection injuries of the hand / H. Bekler, A. Gokce, T. Beyzadeoglu, F. Parmaksizoglu // *J. Hand Surg. Eur.* 2007. Vol. 32, No 4. P. 394-399. DOI: 10.1016/j.jhsb.2007.02.003.
16. Fialkov J.A., Freiberg A. High pressure injection injuries: an overview // *J. Emerg. Med.* 1991. Vol. 9, No 5. P. 367-371. DOI: 10.1016/0736-4679(91)90381-0.
17. Gonzalez R., Kasdan M.L. High pressure injection injuries of the hand // *Clin. Occup. Environ. Med.* 2006. Vol. 5, No 2. P. 407-411. DOI: 10.1016/j.coem.2005.11.007.
18. Schnall S.B., Mirzayan R. High-pressure injection injuries to the hand // *Hand Clin.* 1999. Vol. 15, No 2. P. 245-248, VIII.
19. Stark H.H., Ashworth C.R., Boyes J.H. Paint-gun injuries of the hand // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1967. Vol. 49, No 4. P. 637-647.
20. High-pressure injection injuries of the hand: review of 25 patients managed by open wound technique / M.R. Pinto, L.D. Turkula-Pinto, W. Cooney, M.B. Wood, J. Dobyns // *J. Hand Surg. Am.* 1993. Vol. 18, No 1. P. 125-130. DOI: 10.1016/0363-5023(93)90256-3.
21. Wong T.C., Ip F.K., Wu W.C. High-pressure injection injuries of the hand in a Chinese population // *J. Hand Surg. Br.* 2005. Vol. 30, No 6. P. 588-592. DOI: 10.1016/j.jhsb.2005.07.009.
22. Amsdell S.L., Hammert W.C. High-pressure injection injuries in the hand: current treatment concepts // *Plast. Reconstr. Surg.* 2013. Vol. 132, No 4. P. 586e-591e. DOI: 10.1097/PRS.0b013e31829f4bb4.
23. Способ пластики кожных покровов конечностей после ранней некрэктомии : пат. 2248757 Рос. Федерация МПК А 61В 17/00 / Богданов С.Б., Куриный Н.А. ; заявитель и патентообладатель Богданов С.Б., Куриный Н.А. № 2003115315/14 ; заявл. 22.05.2003 ; опубл. 27.03.2005.
24. Богданов С.Б. Виды кожных аутопластик. Атлас. Краснодар : Клуб Печати, 2018. 200 с.
25. Mizani M., Weber B. High-pressure injection injury of the hand. The potential for disastrous results // *Postgrad. Med. J.* 2000. Vol. 108, No 1. P. 183-190. DOI: 10.3810/pgm.2000.07.1161.
26. A useful option to obtain maximal foreign body removal and better prognosis in high pressure injection injuries: Negative pressure wound therapy with instillation / G. Temiz, H. Şirinoğlu, E. Güvercin, N. Yesiloğlu, M. Bozkurt, C. Eser, K. Başak // *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 2016. Vol. 69, No 4. P. 570-572. DOI: 10.1016/j.bjps.2015.11.021.
27. High pressure injection injury of the foot: a role of negative pressure wound therapy / M. Marinovic, B. Bakota, J. Spanjol, I. Sosa, N. Grzalja, G. Gulan, A. Ivancic, T. Cicvaric // *Injury.* 2013. Vol. 44, No Suppl. 3. P. S7-10. DOI: 10.1016/S0020-1383(13)70189-X.
28. Hayes C.W., Pan H.C. High-pressure injection injuries to the hand // *South Med. J.* 1982. Vol. 75, No 12. P. 1491-1498, 1516. DOI: 10.1097/00007611-198212000-00012.
29. Mauzo S.H., Swaby M.G., Covinsky M.H. Tumefactive foreign body giant cell reaction following high-pressure paint injection injury: a case report and review of literature // *J. Cutan. Pathol.* 2017. Vol. 44, No 5. P. 474-476. DOI: 10.1111/cup.12905.
30. Saadat P., Turla S., Vadmal M. Fibrohistiocytic tumor of the hand after high-pressure paintgun injury: 2 case reports // *J. Hand Surg. Am.* 2005. Vol. 30, No 2. P. 404-408. DOI: 10.1016/j.jhsa.2004.08.011.
31. Пластика полнослойными кожными аутоотрансплантатами ран различной этиологии / С.Б. Богданов, Р.Г. Бабичев, Д.Н. Марченко, А.В. Поляков, Ю.В. Иващенко // *Инновационная медицина Кубани.* 2016. № 1. С. 30-37.

Статья поступила в редакцию 14.09.2021; одобрена после рецензирования 17.11.2021; принята к публикации 23.12.2021.

The article was submitted 14.09.2021; approved after reviewing 17.11.2021; accepted for publication 23.12.2021.

Информация об авторах:

1. Андрей Михайлович Аристов – кандидат медицинских наук, ozhogovycentr@mail.ru;
2. Сергей Борисович Богданов – доктор медицинских наук, профессор, bogdanovsb@mail.ru;
3. Сергей Николаевич Куринный;
4. Антон Владимирович Каракулев – karakulev797@gmail.com;
5. Валерия Андреевна Аладина – lerka@mail.ru.

Information about the authors:

1. Andrey M. Aristov – Candidate of Medical Sciences, ozhogovycentr@mail.ru;
2. Sergey B. Bogdanov – Doctor of Medical Sciences, Professor, bogdanovsb@mail.ru;
3. Sergey N. Kurinniy;
4. Anton V. Karakulev – karakulev797@gmail.com;
5. Valeriya A. Aladina – lerka@mail.ru.