

ПОВРЕЖДЕНИЯ КИСТИ ЖИДКОСТЯМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ (БАРОГИДРОТРАВМЫ): ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Р.П. Матвеев¹, А.Л. Петрушин²

¹ Северный Государственный медицинский университет,
ректор – академик РАМН д.м.н. профессор П.И. Сидоров
г. Архангельск

² МУЗ «Карпогорская ЦРБ»,
главный врач – М.И. Сомага
п. Карпогоры Архангельской обл.

В связи с техническим прогрессом количество повреждений кисти жидкостями под высоким давлением имеет тенденцию к увеличению. В представленном обзоре литературы рассмотрены вопросы патогенеза, диагностики и лечения барогидротравмы кисти. Особое внимание уделяется возможным осложнениям и послеоперационному ведению больных. Приведен анализ результатов консервативного и хирургического лечения данного вида патологии.

Ключевые слова: травмы кисти, жидкости под высоким давлением.

In connection with technological progress the number of hand injuries by high pressure fluids tends to increase. The authors review the issues of pathogenesis and treatment this pathology, feasible complication and postoperative period. The analysis of results of conservative and surgical treatment is presented.

Key words: hand injuries, high pressure fluids.

Повреждения кисти струей жидкости под высоким давлением наблюдаются сравнительно редко. В доступной нам отечественной научной литературе имеются лишь упоминания о подобных травмах [1]. Большинство клиницистов мало знакомы с данным видом повреждений, особенностями которых являются многочисленные и тяжелые осложнения и непредсказуемость исходов [36, 47, 59]. Единой терминологии для ранений, полученных в результате воздействия струи жидкости под высоким давлением, не существует. В зарубежной литературе используются термины «high-pressure injection injury», «pressure gun injury», «high-pressure injection» [27]. А.В. Кобычевым предложен термин «барогидротравма» [1]. Кисть повреждается более чем в 90% случаев; повреждения туловища, головы, нижних конечностей наблюдаются исключительно редко [36].

Барогидротравмы кисти известны с 30-х годов XX в. [4]. В медицинской литературе впервые повреждение кисти струей дизельного топлива описал С.Е. Rees [46]. В 50-е годы прошлого века в связи с внедрением в промышленную практику различных форсуночных механизмов, распылителей красок и гидроусилителей повреждения кисти струей жидкости под высоким давлением стали гораздо чаще привлекать внимание различных специалистов [4, 39, 44, 53]. Во второй половине XX в. активно изучались вопросы патогенеза, морфологии и рентгенодиаг-

ности подобных травм [44, 53]. В ранних работах, посвященных лечению барогидротравм, рекомендовалась выжидательная или консервативная тактика, что в большинстве наблюдений приводило к ампутациям пораженных пальцев. С накоплением опыта стало ясно, что, как правило, только оперативное удаление внедрившегося материала способно обеспечить удовлетворительный результат, особенно при промышленных повреждениях [46].

Несмотря на повсеместное использование аппаратов и приборов с жидкостями высокого давления, барогидротравма встречается гораздо реже других повреждений кисти, в связи с чем у большинства пациентов при первичном обследовании тяжесть повреждения недооценивается [45]. По данным N. Verhoven, частота повреждений жидкостями высокого давления составляет $\frac{1}{600}$ от всех промышленных травм кисти [62]. В крупных центрах хирургии кисти в течение года наблюдают от 1 до 4 пострадавших [40]. Случайные инъекции ветеринарных вакцин, по данным J.K. O'Neil, встречаются у 1 из 1000 работников, связанных с вакцинацией животных, в год. Кисть повреждается у 17% пострадавших [58]. Малые размеры входного отверстия раневого канала и отсутствие болевого синдрома в ранние сроки после повреждения часто являются причинами позднего обращения пациента и ошибочной выжидательной тактики медицинских работников [16, 27]. В большинстве наблю-

дений повреждения жидкостями под высоким давлением происходят на производстве [20, 62]. Пострадавшими в основном являются мужчины в возрасте 34–36 лет [20, 29]. Большинство исследователей указывают на более частое ранение недоминирующей конечности [28, 30, 52]. А. Wieder у 13 пациентов из 25 наблюдал повреждение доминирующей кисти [36]. У 50% пострадавших с такой травмой повреждался II палец, на втором месте по частоте наблюдалось ранение области возвышения I пальца. Другие анатомические области кисти были повреждены у 10% пострадавших [36, 62]. В большинстве наблюдений травма происходила во время очистки сопла приборов, предназначенных для распыления жидкости, или при прорыве трубопроводов, заполненных жидкостью под высоким давлением [3, 62]. Непосредственных причин травм могут быть пренебрежение техникой безопасности, неисправность оборудования и протечки трубопроводов высокого давления [20, 30, 39]. По мнению М. Valentino, большое значение имеет усталость работника: у 91% пострадавших, травма произошла в последние 2 часа рабочей смены [61]. Ряд исследователей одной из основных причин травм считают неопытность работающего [27, 30, 52].

Повреждающими жидкостями у 57–58% пациентов являлись различные технические масла, у 18% – краски и растворители, у 14% пострадавших – моторное топливо [19, 34, 38, 54]. Описаны повреждения взвесью цемента [21], жидким силиконом [25], фреоном [6], шпатлевочными композитами [24, 61], водой [8, 54], различными ветеринарными вакцинами [4, 17, 58].

В патогенезе барогидротравмы выделяют несколько механизмов, каждый из которых может вызывать необратимое повреждение тканей кисти [2, 37, 62]. Наиболее значимым для определения тяжести повреждения является давление струи инъецированной жидкости [14, 62]. В зависимости от используемых механизмов оно может составлять от 40 до 800 кг/см² [35, 36]. При ранении техническими маслами давление повреждающей жидкости составляет от 300 до 600 кг/см², различными красителями – около 300 кг/см², дизельным топливом – от 120 до 400 кг/см² [50]. Повреждение кожных покровов кисти происходит при давлении, превышающем 7 кг/см² [40]. При высоком давлении жидкости нет необходимости в непосредственном контакте распыляющего механизма с кожными покровами [57]. Инъецированный агент в тканях кисти распространяется по пути наименьшего сопротивления – вдоль сосудисто-нервных пучков [61]. По данным F. Burke, распространение инъецированного материала происходит как в дис-

тальном, так и в проксимальном направлениях. Введенная в дистальную фалангу жидкость может распространяться на запястье и предплечье [4]. Н. Bekler в экспериментальном исследовании доказал, что при введении водорастворимого красителя под давлением 4 атмосферы в ладонную поверхность лапы кролика возникают тяжелые повреждения сосудов и нервов по типу их расщепления, приводящие впоследствии к дегенерации нервных волокон и сосудистым тромбозам. По данным автора, в большей степени инъецированной жидкостью пропитываются подкожная клетчатка и сухожилия сгибателей II–IV пальцев, однако гистологически обнаруживается присутствие травмирующего агента вокруг срединного и локтевого нервов на запястье и в области локтевого сгибателя. Вены дистальных отделов конечности также в значительной степени заполняются инъецированной жидкостью [2]. Нагнетание жидкости вызывает расслоение тканей и компрессию сосудисто-нервных пучков и, как следствие, сосудистый спазм, тромбозы и ишемию тканей. Развивающийся впоследствии воспалительный отек еще более угнетает тканевую перфузию, приводя к возникновению компартмент-синдрома со всеми его последствиями [62].

Важную роль в повреждении тканей при барогидротравме играет химическая агрессивность введенной жидкости. Ряд пенетрирующих в ткани химических агентов обладают цитотоксической активностью, вызывают образование обширных очагов некроза и выраженную воспалительную реакцию [27, 62]. Образующиеся впоследствии очаги циркулярного фиброза мягких тканей в значительной степени нарушают функцию кисти [28, 34]. Инъекции жидкостей, не обладающих агрессивными свойствами, как правило, не вызывают обширных некротических изменений [8, 54].

Следующим фактором, влияющим на патогенез барогидротравмы, является объем инъецированного материала. Чем он больше, тем значительнее патологические изменения пораженных тканей [45, 60]. Внедрение небольших объемов жидкостей, например вакцин домашней птицы, объем которых не превышает 0,5 мл, как правило, не вызывает обширных некрозов [4].

Н. Bekler считает, что одним из решающих факторов в патогенезе травмы является температура инъецированного материала [59].

Некрозы тканей и ишемия способствуют раннему развитию инфекции [28, 61]. А.В. Конычев считает барогидротравму кисти одной из основных причин развития первичного пандактилита [1]. По данным S.A. Sirio, возбудителями инфекции у большинства пациентов являются ассоци-

ации грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов [52]. R. Mirzaayan выделил культуры микроорганизмов у 47% пострадавших, в 58% наблюдений имел место рост грамотрицательной флоры [7]. Между тем, С. J. Hogan считает, что присутствие инфекции не влияет на удельный вес ампутаций при барогидротравме кисти, решающее значение автор придает давлению и химическому составу инъецированного материала [27].

При значительных объемах инъецированного материала особое значение придается локализации повреждения. По данным большинства исследователей, входное отверстие раны чаще располагается на ладонной поверхности кисти и пальцев. Ладонь кисти имеет гораздо больший объем клетчаточных пространств, чем пальцы, в связи с чем введение даже небольшого количества жидкости в ткани пальцев приводит к развитию тяжелого компартмент-синдрома [19, 34, 60]. H. Z. Dailiana наблюдал компартмент-синдром различной выраженности у всех пациентов с повреждениями кисти жидкостью под высоким давлением [29]. Площадь распространения инъецированного агента зависит также от плотности окружающих тканей, что особенно важно при наличии раны в проекции сухожильных влагалищ. Инъекция жидкости в полость влагалища в большинстве наблюдений вызывает некроз сухожилия [58, 62]. При локализации повреждения в проекции межфаланговых суставов, где влагалище защищено тонкими блоковидными связками типа С, сухожильное влагалище почти всегда повреждается струей пенетрирующей жидкости. В средней части фаланг, где влагалище защищено плотными блоковидными связками типа А, имеющими костное прикрепление, вероятность повреждения стенок влагалища меньше [26]. По данным ряда авторов, при ранении в проекции возвышений I и V пальцев инъецированный агент может распространяться по синовиальным сумкам, провоцируя развитие V-образной флегмоны кисти [56, 57].

Согласно исследованиям, проведенным J. M. Failla, при инъецировании различных красителей в первые часы после травмы гистологическая картина характеризуется сосудистыми тромбозами, воспалительной инфильтрацией и отеком тканей и их некрозами [13]. Гистологические изменения при барогидротравме техническими маслами характеризуются гистиоцитарной инфильтрацией вокруг инъецированного материала, которая затем трансформируется в эпителиоцитоподобную грануляционную ткань. Данные патогистологические изменения сходны с формированием туберкулоидной гра-

нулемы [32]. С. M. Stefanato наблюдал при повреждении краской гистологическую картину, имитирующую гигантоклеточную опухоль сухожилия [55].

В первые часы после травмы у большинства пациентов отсутствуют выраженная симптоматика [51, 62]. Входное отверстие, как правило, представляет собой точечную рану [51]. В течение первого часа после травмы у большинства пострадавших отсутствуют выраженный болевой синдром и отек пораженной конечности, не наблюдается выраженных нарушений функции кисти [20, 51]. Стертая клиника является основной причиной поздней обращаемости пациентов и ошибок при оказании медицинской помощи [3, 12, 45]. Средний срок обращения пострадавших за медицинской помощью, по данным различных авторов, составляет от 6 часов до 6,5 суток [27, 29, 60]. Между тем, фактор времени, прошедшего с момента травмы до оказания квалифицированной помощи, по данным большинства исследователей, имеет решающее значение [15, 16, 49]. M. Ebelin указывал, что барогидротравма является «самой неотложной ситуацией из всех повреждений кисти» [11]. Через 1–2 часа после травмы развивается выраженный отек, цианоз кожи пораженного сегмента кисти, нарушения чувствительности и функции пальцев [51]. По данным J. J. Silsby, радикальное хирургическое вмешательство, выполненное в первые 4 часа после инъекций красителей, во многом определяет благоприятный исход. Задержка операции более 12 часов в большинстве наблюдений заканчивается ампутацией пальцев [51]. M. Pinto пациентам, обратившимся позже чем через 72 часа после полученной травмы, предлагал выполнять первичную ампутацию пораженного пальца [23]. Современные исследователи указывают на значительно более высокую вероятность благоприятного исхода у пациентов, обратившихся в первые 24 часа после повреждения [57, 60]. L. Christodoulou считает, что исходы барогидротравмы в большей степени зависят от химического состава травмирующего агента и давления инъецируемой жидкости, чем от времени обращения за медицинской помощью [12].

Наиболее опасными, по мнению большинства авторов, являются повреждения различными органическими и неорганическими растворителями [4, 12, 61]. Входящие в их состав агрессивные химические агенты вызывают тяжелую дезинтеграцию клеточных мембран, провоцируют выраженную воспалительную реакцию [3, 33, 62]. Растворители имеют меньшую плотность по сравнению с другими инъецируемыми агентами (маслами, красками и т.д.) и вследствие этого

распространяются в окружающих тканях значительно шире [26]. При оказании неотложной помощи пациентам с барогидротравмой, вызванной органическими растворителями, прежде всего, необходимо учитывать, что инъецируемая жидкость часто обладает общетоксическим действием. Описаны случаи острой почечной недостаточности, тяжелых аллергических реакций, гемолиза [62]. Особенно опасны в этих случаях инъекции жидкостей, содержащих уайт-спирит и теребентин [34]. Красители на основе минеральных масел также провоцируют выраженную воспалительную реакцию [3, 33]. Менее опасны инъекции красок, изготовленных на основе латекса, которые являются водорастворимыми и обладают меньшей повреждающей способностью [62]. По мнению J.J. Silsby, повреждения техническими маслами характеризуются менее выраженной воспалительной реакцией, однако при них чаще возникают вторичные нагноительные процессы и более выражены фиброзные изменения тканей [51]. Барогидротравма при инъекциях ветеринарных вакцин имеет свои клинические особенности. Объем инъецируемого материала, как правило, невелик и составляет до 0,5 мл при вакцинировании домашней птицы и до 2 мл при вакцинировании крупного рогатого скота и свиней [4, 58]. Основой вакцин чаще всего являются различные масла [4, 17]. Давление, при котором инъецируются вакцины, значительно меньше, чем при использовании промышленных краскопультов и форсуночных механизмов. Вследствие этого тяжелые некротические изменения в тканях пораженного сегмента кисти при повреждении ветеринарными вакцинами возникают значительно реже, чем при инъекции других промышленных агентов [4, 62]. Для поражения вакцинами характерным является хронизация воспалительного процесса с образованием олеогранулем, поздних абсцессов, требующих впоследствии неоднократных оперативных вмешательств [4, 31, 58]. Ряд исследователей отмечают частое развитие у пострадавших от инъекций вакцин лимфангиита и подмышечного лимфаденита [17, 58].

Рентгенография пораженной кисти выявляет количество и распространенность рентгеноконтрастной инъецированной жидкости [41, 62]. На рентгенограммах контрастируется большинство масляных красок, в то время как инъецированные углеводороды (топливо и смазочные масла) и растворители не являются рентгеноконтрастными [39, 44]. Косвенным признаком, позволяющим судить о распространенности рентгеноконтрастных материалов, может служить подкожная эмфизема [28].

T. Wong в зависимости от вида инъецированного агента, времени, прошедшего после травмы,

и клинических данных выделяет три степени поражения кисти: легкую, средней тяжести и тяжелую. По данным автора, при легкой степени консервативная терапия оказалась успешной у всех пациентов, при повреждении средней тяжести – у шести из семи пострадавших. При тяжелой степени повреждения троим из пяти пациентов были выполнены ампутации сегментов кисти [63].

Неотложная помощь при повреждении жидкостями под высоким давлением заключается в антибиотикопрофилактике, профилактике столбняка и согревании пораженной конечности. Гипотермия противопоказана ввиду возможного усугубления имеющихся сосудистых расстройств [62].

Консервативная терапия используется при инъекциях небольших количеств жидкостей, не обладающих выраженной химической агрессивностью, таких как вода, вакцины, используемые в птицеводстве [8, 54]. Пострадавшим назначают антибиотики широкого спектра действия (цефазолин, амоксицилин, клиндамицин), иммобилизацию конечности в возвышенном положении, противовоспалительную терапию, анальгетики [8, 54, 63]. Обязательным условием при проведении консервативной терапии является активное динамическое наблюдение за пораженной конечностью [8]. По данным J.T. Snarski, консервативная терапия при инъецировании воды эффективна у 80% пострадавших. У 20% пациентов развиваются инфекционные осложнения, требующие оперативного вмешательства [54]. Ряд исследователей указывают на возможность развития некрозов и необходимость последующих ампутаций сегментов кисти даже при инъецировании небольших объемов ветеринарных вакцин [5, 10]. По мнению M.G.H. Smith, оперативное лечение показано при любом механизме барогидротравмы кисти [53].

Большинству пациентов, получивших травму жидкостями под высоким давлением, показано экстренное оперативное вмешательство [19, 23, 37, 43]. Выжидательная тактика при повреждении красителями, техническими маслами и моторным топливом, рекомендованная в ранних исследованиях, как правило, приводила к ампутации пораженных сегментов кисти [51, 53]. Неэффективны также попытки выдавливания инъецированного материала через входное отверстие раневого канала [62]. Большинство современных исследователей рекомендуют для оперативного вмешательства общую или высокую регионарную анестезию [16, 27, 62]. H.Z. Dailiana отдавал предпочтение регионарной анестезии, объясняя ее преимуществами вазодилатацией и улучшением местного

кровотока в тканях пораженной кисти [29]. J.M. Beguin предлагал сочетать анестезию плечевого сплетения с одновременным блоком симпатического звездчатого узла для оптимизации артериального кровообращения [4]. Обезболивание по Оберсту использовать нежелательно из-за возникающего сосудистого спазма и дополнительного сдавления сосудисто-нервных пучков вводимым анестетиком [3, 56, 57]. Обескровливание во время оперативного вмешательства должно проводиться с помощью жгута без дополнительного бинтования конечности, т.к. последнее способствует распространению инъецированной жидкости по сухожильным влагалищам и вдоль сосудисто-нервных пучков в дистальном направлении [38, 57]. Большинство современных исследователей для оперативного лечения повреждений кисти жидкостями под высоким давлением рекомендуют выполнять широкие разрезы с полной экспозицией пораженных клетчаточных пространств [23, 29, 62]. Локальные разрезы на фалангах и ладонной поверхности кисти, как правило, неэффективны [3]. Основной целью первичной хирургической обработки является наиболее полное удаление инъецированного материала [2, 14, 47]. Использование растворителей для удаления введенной жидкости противопоказано, т.к. ввиду своей токсичности они вызывают дополнительное повреждение мягких тканей [51, 62]. N. Verhoven применял широкие зигзагообразные разрезы на пораженных пальцах и кисти [62]. H.Z. Dailiana рекомендовал разрезы по складкам кисти с переходом на запястье [29]. По данным F. Burke, у 45% пациентов возникла необходимость в декомпрессии карпального канала [4]. При наличии необратимых сосудистых и неврологических расстройств необходимо решить вопрос о первичной ампутации пальцев или их сегментов [34]. Часто при барогидротравме приходится выполнять ряд последовательных оперативных вмешательств – некрэктомий – в связи с развитием вторичных некрозов [23, 44, 63]. H.Z. Dailiana выполнил у 8 пациентов от 2 до 5 оперативных вмешательств [29]. Большинство современных исследователей предлагают открытое ведение раны, используя регулярные перевязки и фракционное промывание солевыми растворами и растворами антисептиков [23, 29, 43, 64]. G. Rappold, H.Z. Dailiana рекомендуют выполнять повторную ревизию раны через 24 часа после первичной хирургической обработки для удаления очагов вторичного некроза [29, 45]. По данным M. Pinto, открытое ведение раны с использованием регуляр-

ных перевязок и промываний позволило снизить удельный вес ампутаций до 16% [23]. Большинство современных исследователей рекомендуют отсроченное закрытие ран с помощью кожной пластики с использованием свободных трансплантатов, трансплантатов на питающей ножке и лоскутов с сохраненным осевым кровотоком [29, 42, 43]. В.К. Chan предлагает полнослойный кожный трансплантат, выкроенный из подошвенной поверхности 1 пальца стопы [9].

В послеоперационном периоде большинство исследователей рекомендуют проводить антибактериальную терапию, заключающуюся во внутривенном введении антибиотика [17, 52, 62]. N. Verhoven предлагает применять цефалоспорины 3-го поколения [62]. K. Gutowski использовал антикоагулянтную терапию [22]. Данные о необходимости назначения кортикостероидов с противовоспалительной и противоотечной целью противоречивы. H.A. Lewis рекомендовал преднизолон в дозе 100 мг однократно и в последующем по 25 мг в сутки в течение 3–5 дней [34]. F. Burke использовал кортикостероиды при проведении консервативной терапии барогидротравмы небольшими объемами ветеринарных вакцин [4]. Однако большинство современных исследователей скептически относятся к назначению кортикостероидов, указывая на их способность подавлять фагоцитоз и способствовать развитию инфекции [62, 63]. По мнению С.Ж. Hogan, использование кортикостероидов не оказывает влияния на удельный вес ампутаций при барогидротравме кисти [27]. В послеоперационном периоде A. Fery считает обязательной иммобилизацию конечности в физиологическом положении [14]. Ряд современных исследователей, наоборот, придают большое прогностическое значение ранней (в течение первых 3 недель) мобилизации поврежденной кисти с выполнением вначале пассивных, а затем активных движений [45, 62]. По мнению N. Verhoven, всем больным с повреждением кисти жидкостью высокого давления после оперативных вмешательств необходима интенсивная физиотерапия, которая должна продолжаться в течение 6–12 месяцев [62].

Удельный вес ампутаций сегментов кисти при барогидротравме колеблется от 16 до 55% [23, 37, 45, 49], при повреждении агрессивными жидкостями он приближается к 80% [27, 50]. Если давление инъецируемого агента превышает 490 кг/см^2 – к 100% [57]. Исходы лечения у пациентов с легкой степенью повреждения, которым не требуется оперативное лечение, как правило, удовлетворительные. Функция кисти у

всех восстанавливается полностью [8, 55]. Данные об исходах у пострадавших со средней и тяжелой степенью повреждения противоречивы. Ряд авторов утверждают, что при своевременно и грамотно выполненном оперативном вмешательстве можно добиться хорошего результата [17, 29, 64]. По данным А. Zyluk, исследовавшего результаты лечения в сроки от 1,5 до 3,5 лет после травмы, у подавляющего большинства пострадавших объем движений и сила захвата поврежденной кисти не отличалась от здоровой [64]. Все пациенты вернулись к прежней профессиональной деятельности в срок от 8 недель до 12 месяцев после травмы [23, 33, 62]. Однако другие исследователи не разделяют подобного оптимизма. По их данным, у большинства пациентов в отдаленном периоде сохраняются гиперестезия, боли в пораженной конечности, повышенная чувствительность к холоду, различные контрактуры [36, 44]. А.А. Wieder, изучивший отделенные результаты в среднем через 8,5 лет после перенесенной травмы, отмечал уменьшение объема движений в пястно-фаланговых суставах на 8,1%, проксимальных межфаланговых – на 23,9%, дистальных м/фаланговых – на 29,7% по сравнению со здоровой кистью. Силовой захват уменьшился на 12%, щипковый – на 35%. Тактильная чувствительность снижалась на 49%. Только 43% пациентов вернулись к работе по прежней специальности [36]. По данным М. Valentino, 9 из 12 наблюдаемых пациентов приобрели стойкую утрату трудоспособности [61]. Лишь у 9 пациентов из 43, наблюдаемых G. Rappold, функция кисти восстановилась полностью [45]. Описаны наблюдения сетчатой базалиомы и плоскоклеточного рака, развившихся через несколько месяцев после барогидротравмы [38, 48].

Таким образом, для барогидротравмы кисти характерным является кажущаяся незначительность внешнего повреждения с последующим стремительным развитием тяжелых некротических осложнений. При этом тяжесть последствий коррелирует с физической и химической агрессивностью пенетрирующих жидкостей, своевременностью и качеством оказанной неотложной помощи. Относительная редкость данного вида повреждений и малые размеры входного отверстия раны являются основной причиной ошибочных действий при оказании медицинской помощи. В то же время, в связи с техническим прогрессом в будущем следует ожидать увеличения количества барогидротравм. Надеемся, что представленный обзор литературы окажется полезным хирургам и травматологам, занимающимся лечением пациентов с повреждениями кисти.

Литература

1. Коньчев, А.В. Гнойно-воспалительные заболевания верхней конечности / А.В. Коньчев. – СПб. : Невский диалект, 2002. – 351 с.
2. Bekler, H. Dissimination pathways in high-pressure injection injuries of the hand: an experimental animal model / H. Bekler, A. Gokce, T. Beyzadeoglu // *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* – 2007. – Vol. 41, N 2. – P. 147–151.
3. Booth, C.M. High pressure paint gun injuries / C.M. Booth // *Br. Med. J.* – 1977. – N 2. – P. 1333–1335.
4. Burke, F. Veterinary and industrial high pressure injection injuries / F. Bruke, O. Brady // *Br. Med. J.* – 1996. – Vol. 8, N 312. – P. 1436.
5. Couzens, G. Veterinary high-pressure injection injuries with inoculations for larger animals / G. Couzens, F.D. Bruke // *J. Hand Surg.* – 1995. – N 20-B. – P. 497–499.
6. Craig, E.V. A new high-pressure injection injuries to the hand / E.V. Craig // *J. Hand Surg.* – 1984. – Vol. 9-A, N 2. – P. 240–242.
7. Culture results and amputation rates in high-pressure paint gun injuries of the hand / R. Mirzayan [et al.] // *Orthopedics.* – 2001. – Vol. 24, N 6. – P. 587–589.
8. Curka, P.A. High-pressure water injection injuries to the hand / P.A. Curka, C.D. Chisholm // *Am. J. Emerg. Med.* – 1989. – Vol. 7, N 2. – P. 165–167.
9. Chan, B.K. Free toe pulp transfer for digital reconstruction after high-pressure injection injury / B.K. Chan, S.K. Tham, M. Leung // *J. Hand Surg.* – 1999. – Vol. 24, N 5. – P. 534–538.
10. Duncan, K. Accidental self-inoculation with veterinary vaccine // K. Duncan // *Br. med. J.* – 1996. – N 312. – P. 1436.
11. Ebelin, M. High-pressure injection accident of the hand / M. Ebelin // *Rev. Prat.* – 1994. – N 44. – P. 2461–2463.
12. Functional outcome of high-pressure injection injuries of the hand / L. Christodoulou, E. Melikyan, S. Woodbridge, F. Bruke // *J. Trauma.* – 2001. – Vol. 50, N 4. – P. 717–720.
13. Failla, J.M. The acute pathologic changes of paint-injection injury and correlation to surgical treatment: a report of two cases // J.M. Failla, M.D. Linden // *J. Hand Surg.* – 1997. – Vol. 22-A, N 1. – P. 156–159.
14. Fery, A. Wounds of the hand by injection of fluids under high pressure / A. Fery, J. Basora, J. Sommelet // *J. Chir.* – 1977. – Vol. 117, N 4. – P. 367–382.
15. Fialkov, J.A. High-pressure injection injuries: an overview / J.A. Fialkov, A. Freiberg // *J. Emerg. Med.* – 1991. – Vol. 9, N 5. – P. 367–371.
16. Gonzalez, R. High-pressure injection injuries of the hand / R. Gonzalez, M.L. Kasdan // *Clin. Occup. Environ. Med.* – 2006. – Vol. 5, N 2. – P. 407–411.
17. Fish vaccine injection injuries of the hand / A.C. O'Neil, T.S. Ismael, J. McCann, P.J. Regan // *Br. J. Plast. Surg.* – 2005. – N 58. – P. 547–549.
18. Hand injuries caused by high pressure injection. Contribution of loco-regional anaesthesia / J.M. Beguin, G. Poilvache, J. Van Meerbeeck, A. de Coninck // *Ann. Chir. Main.* – 1985. – Vol. 4, N 1. – P. 37–42.

19. Hand injuries resulting from high-pressure injection: lesion specific to industrial oil / L. Obert [et al.] // *Chir. Main.* — 2002. — Vol. 21, — N 6. — P. 343–349.
20. Hart, R. Prevention of high-pressure injection injuries to the hand / R. Hart, D. Smith, A. Haq // *Plast. Reconstr. Surg.* — 2006 — Vol.24, N 1. — P. 73–76.
21. High-pressure cement injection injuries of the hand: a case report / S.T. Barr, W. Wittenborg, D. Nguyen, E. Beatty // *J. Hand Surg. Am.* — 2002. — Vol. 27, N 2. — P. 347–349.
22. High-pressure hand injection injuries caused by dry cleaning solvents: case reports, review of the literature, and treatment guidelines / K. Gutowski, J. Chu, M. Choi, D. Friedman // *Plast. Reconstr. Surg.* — 2003. — N 111. — P. 174–177.
23. High-pressure injection injuries of the hand. Review of 25 patients managed by open wound technique / M. Pinto [et al.] // *J. Hand Surg.* — 1993. — Vol. 18, N 1. — P. 125–130.
24. High-pressure injection injuries of the hand with surfacer / F.J. Peter, J.W. Mall, A. Laumeyer, R. Buttemeyer // *Unfallchirurg.* — 2001. — Vol. 104, N 7. — P. 655–658.
25. High-pressure silicone injection injuries of the hand / D.B. Apfelberg [et al.] // *J. Trauma.* — 1975. — Vol. 15, N 10. — P. 922–925.
26. High-pressure injection injuries to the hand / D. Vasilevski, M. Noorbergen, M. Depierreux, M. Lafontaine // *Am.J.Emerg.Med.* — 2000. — Vol. 18, N 7. — P. 820–824.
27. Hogan, C.J. High-pressure injection injuries to the upper extremity: a review of the literature / C.J. Hogan, R.T. Ruland // *J. Orthop. Trauma.* — 2006. — Vol. 20, N 7. — P. 503–511.
28. Injections a haute pression au niveau de la main / F. Moutet, C. Chaussard, D. Guinarg, D. Corcella // *Monografie de la societe francais de la main no.25, infections de la main.* — 1998. — P. 83–91.
29. Injection injuries: seemingly minor injuries with major consequences / H.Z. Dailiana [et al.] // *Hippokratia.* — 2008. — Vol. 12, N 1. — P. 33–36.
30. Jebson, P.J. High-pressure injection injuries of the hand / P.J. Jebson, M. Sanderson, V.K. Rao, D.W. Friedman // *W. Med. J.* — 1993. — N 92. — P. 13–16.
31. Jones, D.R. Accidental self inoculation with oil based veterinary vaccines / D.R. Jones // *N. Zel. Med. J.* — 1996. — N 109. — P. 363–365.
32. Kleinfeld, F. Clinical picture and pathomorphology of traumatic high-pressure oil injections, the so called «grease gun injury» / F. Kleinfeld, R. Bassler // *Chirurg.* — 1975. — Vol. 48, N 8. — P. 362–367.
33. Latex Paint-gun injuries of the hand: are the outcomes better? / S.A. Lozano-Calderoni, C.S. Mudgal, S. Mudgal, D. Ring // *Hand (NY)* — 2008. — Vol. 3, N 4. — P. 340–345.
34. Lewis, H.A. 10-year review of high-pressure injection injuries to the hand / H. Lewis, P. Clarke, B. Kneafsey, M. Brennen // *J.Hand Surg.* — 1998. — Vol. 23-B, N 4. — P. 479–481.
35. Lewis, R.C. Jr. High-compression injection injuries to the hand / R.C. Lewis Jr // *Emerg. Med.Clin. North Am.* — 1985. — Vol. 3, N 2. — P. 373–381.
36. 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, N 1. — P. 186–189.
37. Lubert, K.T. High-pressure injection injuries of the hand / K.T. Lubert, J.P. Rehm, A.E. Freeland // *Orthopedics.* — 2005. — Vol. 28, N 2. — P. 129–132.
38. Mizani, M. High-pressure injection injuries of the hand. The potential for disastrous result / M. Mizani, B. Weber // *Postgrad. Med.* — 2000. — Vol. 108, N 1. — P. 183–185; 189–190.
39. Morley, R. Injuries due to accidental injection of paint from high-pressure paint guns / R. Morley // *Br. Med. J.* — 1967. — N 1. — P. 25–26.
40. Neal, N.C. High-pressure injection injuries / N.C. Neal, F.D. Bruke // *Injury.* — 1991. — Vol. 22, N 6. — P. 467–470.
41. O'Reilly, R.J. Accidental high-pressure injection-gun injuries of the hand; the role of the emergency radiologic examination / R.J. O'Reilly, G. Blatt // *J. Trauma.* — 1975. — Vol. 15, N 1. — P. 24–31.
42. Pai, C.H. High-pressure injection injuries of the hand / C.H. Pai, D.C. Wei, S.P. Hou // *J. Trauma* — 1991. — N 31. — P. 110–112.
43. Puchaindran, M.E. Flap reconstruction following high-pressure injection injuries of the hand: a report of three cases / M.E. Puchaindran, A.K. Chong, W.Y.Chew // *Hand Surg.* — 2004. — Vol. 9, N 2. — P. 211–219.
44. Rains, A.J.H. Grease gun injury to the hand / A.J.H. Rains // *Br. Med. J.* — 1958. — Vol. 15, N 1. — P. 625–626.
45. Rappold, G. High-pressure injection injuries to the hand. Pathogenesis, problems and therapy / G. Rappold, E. Rosenmayr // *Handchir. Microchir. Plast. Chir.* — 2001. — N 33. — P. 332–341.
46. Rees, C.E. Penetration of tissue by oil under high pressure from diesel engine / C.E. Rees // *J. Am. Med. Ass.* — 1937. — N 109. — P. 866–867.
47. Rotwitt, A.M. High-pressure injection injuries — underlying traumas are often disguised / A.M. Rotwitt, L.B. Rotwitt // *Ugeskr. Leager.* — 1997. — Vol. 10, N 159. — P. 1623–1624.
48. Saadat, P. Fibrohistiocytic tumor of the hand after high-pressure paintgun injury: 2 case reports / P. Saadat, S. Turla, M. Vadmal // *J. Hand Surg.* — 2005. — Vol. 30, N 2. — P. 404–408.
49. Schnall, S.B. High-pressure injection injuries to the hand / S.B. Schnall, R. Mirzayan // *Hand Clin.* — 1999. — Vol. 15, N 2. — P. 245–248.
50. Schoo, M.J. High-pressure injection injuries of the hand / M.J. Schoo, F.A. Scott, J.A. Boswick // *J. Trauma.* — 1980. — N 20. — P. 229–238.
51. Silsby, J.J. Pressure gun injection injuries of the hand / J.J. Silsby // *West J. Med.* — 1976. — N 125. — P. 271–276.
52. Sirio, C.A. High-pressure injection injuries of the hand. A review / C.A. Sirio, J.S. Smith Jr, W.P. Graham 3rd // *Am. Surg.* — 1989. — Vol. 55, N 12. — P. 714–718.
53. Smith, M.G.H. Grease-gun injury / M.G.H. Smith // *Br. Med. J.* — 1964. — N 2. — P. 918–920.
54. Snarski, J.T. Non-operative management of a high-pressure water injection injury to the hand / J.T. Snarski, R.H. Birkhahn // *Can. J. Emerg. Med.* — 2005. — Vol. 7, N 2. — P. 124–126.

55. Stefanato, C.M. High-pressure paint-gun injury of the finger simulating giant cell tumor of tendon sheath / C.M. Stefanato, M.S. Turner, J. Bhawan // *J. Cutan Pathol.* — 2005. — Vol. 32, N 2. — P. 179–183.
56. Stoffelen, D. Delayed diagnosis of high-pressure injection injuries to the finger. A case report and review of the literature / D. Stoffelen, L. De Smet, P. Broos // *Acta Orthop. Belg.* — 1994. — Vol. 60. — P. 332–333.
57. Tempelman, T. Verwonding van de hand door een hogedrukspit: vaak grote onderhuidse schade // *Ned. Tijdschr. geneeskd.* — 2004. — Vol. 148, N 47. — P. 2334–2338.
58. The effects of injection of bovine vaccine into a human digit: a case report / J.K. O'Neil, S.W. Richard, D.M. Ricketts, M.H. Patterson // *Environ Health.* — 2005. — Vol. 11, N 4. — P. 21.
59. The surgical treatment and outcomes of high-pressure injection injuries of the hand / H. Bekler, A. Gokce, T. Beyzadeoglu, F. Parmaksizogolu // *J. Hand Surg. Eur.* — 2007. — Vol. 32, N 4. — P. 394–399.
60. Traumatisme de la main par injection sous pression: specificite lesionnelle de l'huile industrielle / L. Obert [et al.] // *Chir. Main.* — 2002. — T. 21, N 6. — P. 43–49.
61. Valentino, M. Hand injuries due high-pressure injection injuries devices for painting in shipyards: circumstances, management and outcome in twelve patients / M. Valentino, V. Rapisarda, C. Fenda // *Am. J. Ind. Med.* — 2003. — Vol. 43, N 5. — P. 539–542.
62. Verhoven, N. High-pressure injection injuries of the hand: an often underestimated trauma: case report with study of the literature / N. Verhoven, R. Hierner // *Strategies Trauma Limb Reconstr.* — 2008. — Vol. 3, N 1. — P. 27–33.
63. Wong, T. High-pressure injection injuries to the hand in a Chinese population / T. Wong, F. Ip, W. Wu // *J. Hand Surg.* — 2005. — Vol. 30-B, N 6. — P. 588–592.
64. Zyluk, A. Results of treatment for high-pressure injection hand injuries / A. Zyluk, I. Walaszek // *Chir. Narzadow. Ruchu. Ortop. Pol.* — 2000. — Vol. 65, N 4. — P. 367–374.

Контактная информация:

Петрушин Александр Леонидович – к.м.н. заведующий хирургическим отделением
e-mail: pall1@atnet.ru

HIGH PRESSURE INJECTION INJURIES OF THE HAND

R.P. Matveev, A.L. Petrushin