

Доказательные подходы к выбору физических методик хирургической обработки ожоговых ран

Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Проблема селективного очищения ожоговых ран остается актуальной. Одним из приоритетов современной хирургии является поиск и развитие малотравматичных, малоинвазивных и селективных вмешательств, комбустиология в данном вопросе не является исключением. Несмотря на научно-технический прогресс, в хирургии ожогов до сих пор широко распространены методы некрэктомии острым путем. Достоинства стандартной некрэктомии (скальпелем, дерматомом, ножом Гамби и т.д.) порой нивелируются тяжестью кровопотери, необходимостью трансфузионной поддержки, анестезиологического обеспечения при обширных вмешательствах. Кроме того, при выполнении острой эксцизии пораженных тканей облигатно подвергаются удалению и жизнеспособные ткани, что замедляет регенерацию ран из-за углубления поражения тканей. Появившиеся в последнее время устройства, основанные на том или ином физическом воздействии на ткани, в некоторых случаях способны обеспечивать удаление некротизированных тканей, сохраняя при этом только жизнеспособные структуры. Селективное воздействие на ткани актуально в хирургии дермальных ожогов, так как позволяет сохранить максимально возможное количество жизнеспособных элементов дермы, являющейся субстратом эпителизации таких ран. Рассматриваются основные физические методы очищения ран с точки зрения доказательной медицины. Показано, что использование современных физических технологий активной санации ожоговых ран в некоторых случаях может быть альтернативой стандартным методикам некрэктоми, в других случаях успешно дополнять их. При выборе данных методик без учета показаний и противопоказаний существенно увеличиваются сроки восстановления кожного покрова.

Ключевые слова: дермальные ожоги, некрэктомия, высокоточность, селективность, гидрохирургическая обработка, лазерная и радиочастотная абляция, ультразвуковая кавитация.

Введение. В настоящее время некрэктомия ожогов острым путем остается наиболее используемым способом удаления струпа, являясь так называемым «Золотым стандартом» в хирургическом лечении ожоговых ран [23, 30]. Актуальным представляется разработка более высокоточных методик удаления погибших тканей. Поиск таких методик осуществлялся и на этапе становления хирургии, а некоторые из них, несмотря на исторический интерес, заслуживают серьезного внимания и рассмотрения. В 1978 г. J.R. Lloyd [26] описал дерматомный способ некрэктомии с сохранением около 1 мм слоя нежизнеспособных тканей. Данная методика позволяла избегать удаления здоровых тканей при полнослойной эксцизии и являлась способом повышения точности некрэктомии. В 1989 г. J.W. Devis [18] установил, что некрэктомия ожоговой раны с помощью костной кюретки более селективна в отношении жизнеспособных тканей, чем некрэктомия скальпелем. Большинство из известных способов некрэктомии ожоговых поверхностей неселективны, так как в процессе их применения вместе с поражёнными происходит травматизация, удаление здоровых тканей, что увеличивает объем раневого поражения и сопровождается выраженной болевой реакцией [9]. В частности, применение дерматомов, ножей Guilon и Humbey сопровождается удалением не только некротизированных, но и

значительного объема жизнеспособных тканей. В свою очередь, погибшие ткани не полностью элиминируются при использовании указанного инструментария, оставаясь в ране источником бактериальной персистенции и воспаления [38, 32]. Неселективность тангенциальной некрэктомии показана в гистологическом исследовании на биоптатах 146 клинических случаев иссечения с помощью ожоговых струпов дерматомом. В итоге в 32 (21,9%) случаях иссечения в ране оставались нежизнеспособные ткани, т.е. вмешательство было нерадикальным, лишь в 9 наблюдениях (6,1%) струп был удален полнослойно, но без повреждения здоровых тканей, а в остальных случаях происходило удаление жизнеспособных тканей вместе с нежизнеспособными [24].

В последнее десятилетие в литературе описаны различные способы физического воздействия на ожоговые раны. Доказана хорошая эффективность вакуум-терапии (вакуумной окклюзионной повязки), ультразвуковой обработки, ультрафиолетового облучения, а также лечение в условиях флюидизирующих установок [3]. Однако следует дифференцировать физиотерапевтические методики ускорения репаративной регенерации от методик, позволяющих очистить поверхность ожоговых ран от нежизнеспособных тканей. Последние, обеспечивают купиро-

вание воспалительного процесса, предотвращая распространение поражения вглубь, а также служат элементом активной хирургической тактики на этапе подготовки ожоговых ран к пластическому закрытию. К физическим методикам активной санации ожоговых ран относят гидрохирургическую обработку, ультразвуковую кавитацию, плазменно-опосредованную радиочастотную и лазерную абляцию [30, 33]. Каждая из вышеуказанных методик имеет свои преимущества и недостатки.

Лазерная абляция. Методика лазерной абляции (лат. *ablatio* – отделение, отслойка; англ. *ablation* – удаление, иссечение) [2] основана на удалении тканей с помощью энергии лазера. В лазерной абляции (дермабразии) используются углекислые и эрбиевые лазеры [4]. Кроме вида лазера, крайне важны показатели энергии и частоты воздействия волн лазера на ткани. Установлено, что лазеры с постоянной волной в отличие от лазеров с прерывистой (импульсной) волной оказывают значительное термическое воздействие на обрабатываемые ткани, в результате чего происходит задержка эпителизации [20]. Пульсирующие и эрбиевые лазеры по характеру воздействия на ткани подобны механической дермабразии, но без прямого контакта с поверхностью раны [19], все же в высокоточности воздействия на дерму лазеры превосходят методы механической дермабразии [35]. Данные виды лазеров получили широкое распространение и успешно применяются в косметической хирургии и дерматологии для лечения различных видов кожной патологии, включая рубцы и новообразования кожи [19]. Вопрос преимуществ и недостатков обоих видов лазеров остается предметом дискуссий. Так, углекислые лазеры по показателям сокращения площади поверхности индуцированных с их помощью дермальных ран, превосходят эрбиевые лазеры. В эксперименте доказано, что пульсирующие углекислые лазеры способны точно и бескровно иссекать пораженную кожу при лечении дермальных [20] и глубоких ожогов [21]. Однако углекислые лазеры обладают выраженным фототермическим эффектом и коагулирующим действием, в отличие от эрбиевых лазеров, у которых эффект коагуляции минимален. Энергия, испускаемая эрбиевым лазером, в 20 раз больше поглощается водой, чем энергия углекислого лазера, отсюда и разница термического повреждения тканей и, как следствие, остающегося слоя погибших клеток [4]. Установлено, что после воздействия (включая многократное) эрбиевого лазера толщина слоя нежизнеспособных клеток составляет до 50 мкм [19], в отличие от углекислых лазеров, где данный показатель составляет до 85 мкм [20]. Исходя из вышеизложенного – эрбиевые лазеры предпочтительнее для дермабразии при дермальных ожогах, так как при их воздействии термальное повреждение витальных тканей значительно меньшее, по сравнению с углекислыми лазерами и поверхность обрабатываемых тканей лучше визуализируется для оценки степени абляции [34].

Плазменно-опосредованная радиочастотная абляция является новой и малоизученной методикой воздействия на раны [27], хотя она широко применяется в челюстно-лицевой хирургии и отоларингологии [16, 31]. Методика основана на образовании физической плазмы при прохождении радиочастотной энергии через биполярные электроды, помещенные в солевой раствор. Образовавшаяся энергия способна нарушать молекулярные связи в тканях при относительно низкой температуре (40–70 °С), таким образом, происходит удаление нежизнеспособных тканей с минимальным повреждением здоровых [40]. Данную методику следует отличать от технологии радиочастотной абляции, основанной на фрикционном нагреве тканей вокруг погруженного в ткани электрода до температуры 80–110 °С при которой формируется зона коагуляционного некроза. Радиочастотная абляция достаточно широко используется для лечения злокачественных опухолей печени и колоректальном раке [8] и с целью облитерации вен при лечении варикозной болезни [13]. Установлено, что при использовании технологии плазменно-опосредованной радиочастотной абляции значительно снижается их бактериальная нагрузка ран, а также не возникают аэрозольные условия распространения бактерий в окружающей среде (в сравнении с гидрохирургическим методом). В тоже время удаление нежизнеспособных тканей происходит более точно по сравнению с действием гидрохирургической системы [39]. Ограниченность клинических наблюдений применения данной методики при воздействии на раны, обуславливает необходимость дальнейших исследований для подтверждения ее эффективности [27].

Ультразвуковая кавитация. Эффект кавитации основан на смешивании струи физиологического раствора постоянной силы с низкочастотными ультразвуковыми волнами, поступающие совместно через специальную насадку на поверхность санитруемой раны, в результате чего достигается ее механическое очищение [37, 41]. Методика хорошо изучена российскими и зарубежными специалистами. Так, Э.Я. Фисталь с соавт. [11], И.В. Чмырев с соавт. [13], М.К. Shannon et al. [37] продемонстрировали эффективность его применения в дополнении так называемой «стандартной» некрэктомии для удаления остатков струпа и раневого детрита, а также с целью быстрой подготовки ран к аутодермопластике. Авторы доказали, что применение ультразвуковой кавитации при ожогах III степени [11], в том числе и дермальных [13], достоверно сокращает время пребывания обожженных в стационаре. Применение ультразвуковой кавитации достоверно снижает бактериальную и биологическую нагрузки на раны. Также по сравнению со стандартными хирургическими методиками, данная методика менее болезненна и способствует более низкой степени кровопотери [37]. При всех вышеописанных преимуществах, методика ультразвуковой кавитации не лишена недостатков. Так, выявлены неэффективность ультразвуковой кавитации при некрэк-

томии до начала отторжения струпа [13] и увеличение продолжительности хирургического вмешательства по сравнению с некрэктомиями острым путем [11]. Также существенен риск бактериальной контаминации из-за стекания обрабатываемой жидкости с поверхности раны в окружающую среду, отсутствия специального устройства для ее сбора [28]. В радиусе одного метра при обработке ран ультразвуковым диссектором происходит аэрозольное загрязнение помещения, что требует использования индивидуальных защитных средств (маска, очки, фартук), а также производить дезинфекцию операционной после каждого использования системы [28, 37].

Гидрохирургическая методика обработки ожогов. Наиболее изученной и эффективной физической методикой очищения ран является использование гидрохирургической системы Versajet [25], которая может служить в качестве альтернативы стандартной хирургической технике иссечения ожоговых ран [9]. Принцип действия гидрохирургической системы основан в подаче на раневую поверхность высокоскоростной струи стерильного физиологического раствора с непрерывной аспирацией в утилизационную емкость [29]. В результате создается локальный вакуум с высоким атмосферным давлением, мощность которого регулируется диапазоном режимов (от 1 до 10), определяющих силу воздействия на ткани [32]. Таким образом, одновременно происходят процессы разъединения, отсечения и аспирации нежизнеспособных тканей [5, 29, 32]. Гидрохирургическая обработка является селективной методикой удаления нежизнеспособных тканей с поверхности ожоговых ран без воздействия на жизнеспособные участки [5, 9, 10, 38, 42]. Селективность методики особенно актуальна при лечении пограничных (дермальных) ожогов, так как дополнительное повреждение дермы в этом случае, которое может быть обусловлено неселективным удалением погибших тканей, часто приводит к формированию рубцовых осложнений дермальных ожогов [17]. Высокоточность гидрохирургического воздействия на ткани показана при оценке результатов дермабразии ожогов у новорожденных, кожа которых чрезвычайно нежная, тонкая и склонная к рубцеванию [38]. При дермальных ожогах слой некротизированной дермы может быть удален с помощью гидрохирургической системы при практически полном сохранении подлежащего более плотного слоя жизнеспособной дермы [17]. Точность воздействия данной системы сопоставима с эффективностью выполнения лазерной абляции [32]. При использовании гидрохирургической методики отмечается незначительная кровопотеря, равномерное выравнивание раневого ложа и отсутствие травматизации окружающих тканей [6]. Использование данной методики уменьшает бактериальную обсемененность ран, уменьшает отек тканей и улучшает микроциркуляцию, ускоряет их подготовку к аутодермопластике, способствует уменьшению сроков эпителизации ожоговых ран, тем самым сокращая сроки реконвалесценции [1, 10, 29]. По технике вы-

полнения гидрохирургическая обработка напоминает процедуру дермабразии [14]. Гидрохирургическая система может с успехом применяться при некрэктомии влажного струпа (включая функционально-активные зоны – межпальцевые промежутки, паховую и подмышечную области, промежность, лицо), удаления грануляционной ткани, излишней гиподермы с кожных лоскутов, при дермабразии гипертрофических рубцов [7, 32], а также при обработке воронкообразных, глубоких ран с неровным рельефом [6]. Система способна удалить остатки нежизнеспособных тканей, если ее применять в дополнении стандартной некрэктомии. Гидрохирургическая методика позволяет интраоперационно диагностировать глубину ожогов, определяя по петехиальному кровотечению ожоги в пределах дермы. После гидрохирургической дермабразии редко требуется повторное воздействие [32]. Л.И. Будкевич с соавт. [7], N. Sivrioğlu, S. Irkoren [38] сравнивают воздействие гидрохирургического способа очищения ожоговых ран со стандартными методами хирургической обработки ожогов острым путем. Показано, что в сравнении с обработкой ожогов дерматомом, гидрохирургическая система демонстрирует более высокую скорость хирургической процедуры и точность в достижении очистки раны [22].

Н.О. Rennekampff et al. [33] указывают на то, что вакуумный эффект гидрохирургической системы минимизирует распространение брызг, но не полностью исключает их распространение [32]. Показана высокая степень бактериальной контаминации воздуха аэрозольным путем (до 20000% увеличения содержания бактерий в пробах воздуха) после гидрохирургической обработки ожоговой раны [39]. Отсюда существует высокий риск перекрестной контаминации, развития и поддержания нозокомиальной инфекции, что требует применения медицинским персоналом индивидуальных средств защиты, а также дополнительных противоэпидемических мероприятий [15, 41, 42]. Существенным недостатком использования гидрохирургической системы считается невозможность адекватной диссекции полнослойных плотных струпов в очагах коагуляционного некроза [32, 33]. Максимальная ширина воздействия гидроножа ограничена полем 14 мм [32], что затрудняет выполнение обширных некрэктомий крупных сегментов тела [33]. Увеличение мощности вакуума и, соответственно, увеличение скорости потока струи сопровождается снижением точности обработки ран, что ограничивает ее применение при хирургическом лечении ожогов мозаичного типа (чередование участков сухого и влажного струпа различной глубины), из-за существенного различия уровней диссекции тканей [33]. Еще одним из спорных вопросов применения гидрохирургической системы является экономический. N. Sivrioğlu, S. Irkoren [38] сообщают о том, что применение гидрохирургической системы может привести к сокращению финансовых затрат на лечение больного за счет уменьшения сроков госпитализации. В других исследованиях напротив, указывается увеличение материальных затрат

из-за необходимости использования дорогостоящих расходных материалов [15, 41, 42]. Для сравнения, наконечники у ультразвуковых систем очистки ран многофазовые, так как могут подвергаться стерилизации [41]. D.C.G. Sainsbury [36] указывает на то, что результаты оценки экономической целесообразности использования гидрохирургической системы в сравнении со стандартными хирургическими методами обработки ран, нельзя признать доказательными в виду отсутствия групп сравнения, предвзятого, а иногда и финансово заинтересованного мнения авторов. Однако есть данные, что экономическая эффективность данной системы, может быть оценена в долгосрочной перспективе на популяционном уровне оказания медицинской помощи [15, 36].

Заключение. Очищение ожоговых ран физическими методиками воздействия имеет огромную перспективу практического применения. Каждая из описанных методик имеет достоинства и недостатки. Адекватный выбор конкретной методики физического воздействия должен учитывать общее состояние пациента, условия выполнения процедуры, а также вид, локализацию, степень поражения и площадь ожоговой раны. Учитывая все показания и противопоказания для каждого пациента, возможен выбор успешной хирургической тактики в лечении ожоговых ран при использовании, как современных физических методик активной санации, так и стандартных методик некрэктомии и дермабразии.

Литература

- Атясов, И.Н. Развитие активной хирургической тактики лечения обожженных в нижегородском ожоговом центре / И.Н. Атясов, А.А. Стручков // *Вопр. травматол. и ортопед.* – 2012. – № 2 (3). – С. 42.
- Акжигитов, Г.Н. Большой англо-русский медицинский словарь / И.Г. Акжигитов, Р.Г. Акжигитов. – М.: Изд-во г-на Акжигитова Р.Г., 2005. – 15 с.
- Алексеев, А.А. Местное консервативное лечение ран на этапах оказания помощи пострадавшим от ожогов / А.А. Алексеев [и др.] // *Общероссийская общественная организация «Объединение комбустиологов «Мир без ожогов».* – 2014. – С. 17.
- Ахтямов, С.Н. Практическая дерматокосметология: учебная литература для слушателей постдипломного образования / С.Н. Ахтямов, Ю.С. Бутусов. – М.: Изд-во РГМУ, 2003. – С. 147–155, 197–305.
- Бобровников, А.Э. Новые технологии хирургического лечения пострадавших от ожогов / А.Э. Бобровников [и др.] // *Сборник научных трудов II съезда комбустиологов России.* М.: Изд-во ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского Росмедтехнологий». – 2008. – С. 330–331.
- Брегадзе, А.А. Применение гидрохирургической системы «Versajet» при лечении ран различной этиологии / А.А. Брегадзе [и др.] // *Сборник научных трудов III съезда комбустиологов России.* М.: Изд-во ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского Росмедтехнологий». – 2010. – С. 201–202.
- Будкевич, Л.И. Применение гидрохирургического скальпеля «Versajet» при лечении детей с ожогами кожи и их последствиями / Л.И. Будкевич [и др.] // *Сборник научных трудов II съезда комбустиологов России.* М.: Изд-во ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского Росмедтехнологий». – 2008. – С. 334–335.
- Петренко, К.Н. Радиочастотная абляция злокачественных новообразований печени. Современное состояние вопроса (Обзор литературы) / К.Н. Петренко [и др.] // *Росс. журн. гастроэнтерол., гепатол., колопроктол.* – 2007. – № 2. – С. 10–11.
- Погодин, И.Е. Применение гидрохирургической системы Versajet и биополимера «Реперен» при лечении дермальных ожогов / И.Е. Погодин, М.В. Ручин // *Сборник научных трудов IV съезда комбустиологов России.* М.: Изд-во ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского Росмедтехнологий». – 2013. – С. 145–146.
- Румянцева, Г.Н. Опыт применения гидрохирургического скальпеля системы Versajet в лечении детей с термической травмой / Г.Н. Румянцева [и др.] // *Сборник научных трудов IV съезда комбустиологов России.* М.: Изд-во ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского Росмедтехнологий». – 2013. – С. 146–147.
- Фисталь, Э.Я. Метод ультразвуковой кавитации при лечении ран различной этиологии / Э.Я. Фисталь [и др.] // *Комбустиология: науч.-практ. журн.* – 2007. – № 31. – С. 1–4.
- Чмырев, И.В. Применение ультразвуковой кавитации при лечении ожоговых и гнойных ран, пролежней, язв и отморожений / И.В. Чмырев, А.А. Степаненко, Б.В. Рисман // *Вестн. СПбГУ.* – 2011. – № 4 (11). – С. 86–93.
- Шайдаков, Е.В. Радиочастотная облитерация с применением катетеров CLOSURE FAST в лечении хронических заболеваний вен / Е.В. Шайдаков, Е.А. Илюхин, А.В. Петухов // *Новости хирургии: науч.-практ. журн.* – 2011. – № 6 (19). – С. 129–130.
- Шнурова, Л.В. Лечение детей с рубцами кожи на основе использования гидрохирургической системы «Versajet» / Л.В. Шнурова, Л.И. Будкевич, Г.П. Пронин // *Сборник научных трудов III съезда комбустиологов России.* – М.: Изд-во ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского Росмедтехнологий». – 2010. – С. 253–254.
- Atkin, L. Understanding methods of wound debridement / L. Atkin // *Brit. jour. of nurs.* – № 23 (12). – P. 10–15.
- Chen, M.J. Use of Coblation in arthroscopic surgery of the temporomandibular joint / M.J. Chen [et al.] // *Jour. oral maxillofac. surg.* – 2010. – № 68. – P. 2085–2091.
- Cubison, T.C. Dermal preservation using the Versajet hydrosurgery system for debridement of pediatric burns / T.C. Cubison, S.A. Pape, S.L. Jeffery // *Jour. Burns.* – 2006. – № 32 (6). – P. 714–720.
- Davis, J.W. The use of the bone curet in debridement of the burn wound and graft recipient sites / J.W. Davis, J.F. Hansbrough, J.M. Stein // *Jour. Burn care rehabil.* – 1989. – № 10 (1). – P. 99.
- Eberlein, A. Erbium: YAG laser treatment of post-burn scars: potentials and limitations / A. Eberlein [et al.] // *Jour. Burns.* – 2005. – № 31. – P. 15–24.
- Green, H.A. Middermal wound healing: a comparison between dermatomal excision and pulsed carbon dioxide laser ablation / H.A. Green [et al.] // *Jour. Arch. dermatol.* – 1992. – № 128. – P. 639–645.
- Green, H.A. Pulsed carbon dioxide laser ablation of burned skin: in vitro and in vivo analysis / H.A. Green, Y. Domankevitz, N.S. Nishioka // *Jour. Lasers. Surg. Med.* – 1990. – № 10 (5). – P. 476–484.
- Gravante, G. Versajet hydrosurgery versus classic escharectomy for burn debridement: a prospective randomized trial / G. Gravante, D. Delogu, G. Esposito, A. Montone // *Jour. Burn Care Research.* – 2007. – № 28 (5). – P. 720–724.
- Graham, J.S. Efficacy of laser debridement with autologous split-thickness skin grafting in promoting improved healing of deep cutaneous sulfur mustard burns / J.S. Graham [et al.] // *Jour. Burns.* – 2002. – № 28 (8). – P. 719–730.
- Gurfinkel, R. Histological assessment of tangentially excised burn eschars / R. Gurfinkel [et al.] // *Jour. Plast. surg.* – 2010. – № 18 (3). – P.33–36.

25. Heather, J.C. The modern management of burns / J.C. Heather // ADF Health. – 2007. – № 8. – 2007. – P. 7.
26. Lloyd, J.R. Early laminar excision: improved control of burn wound sepsis by partial dermatome debridement / J.R. Lloyd, D.W. Hight // Jour. Pediatr. surg. – 1978. – № 13 (6). – P. 698–706.
27. Madhok, B.M. New techniques for wound debridement / B.M. Madhok, K. Vowden, P. Vowden // Jour. International wound. – 2013. – № 10 (3). – P. 247–251.
28. Margaret, McC.S. Wound Debridement with 25 kHz Ultrasound / McC.S. Margaret [et al.] // Jour. Advances in Skin & Wound Care. – 2005. – № 18 (9). – P. 488.
29. Nowak, M. Hyperbaric oxygen and hydrosurgery combined treatment in burn wounds therapy / M. Nowak [et al.] // Всп. травматол. и ортопед. – 2012. – № 2 (3). – P. 111.
30. Nusbaum, A.G. Effective method to remove wound bacteria: comparison of various debridement modalities in an in vivo porcine model / A.G. Nusbaum [et al.] // Jour. Surg. res. – 2012. – № 176 (2). – P. 701–707.
31. Paramasivan, V.K. Randomised comparative study of adenotonsillectomy by conventional and coblation method for children with obstructive sleep apnoea / V.K. Paramasivan, S.V. Arumugam, M. Kameswaran // Internat. Jour. Ped. otorhinolaryngol. – 2012. – № 76. – P. 816–821.
32. Rapp, T. Hydrosurgery-system in burn surgery – indications and applications / T. Rapp // InTech, open science open minds. – 2013. – № 6. – P. 112–115.
33. Rennekampff, H.O. Debridement of burn wounds with a water jet surgical tool / H.O. Rennekampff, Hans-Oliver Rennekampff // Search for articles by this author [et al.] // Jour. Burns. – 2006. – № 32 (1). – P. 64–69.
34. Reynolds, N. Debridement of a mixed partial and full thickness burn with an erbium: YAG laser / N. Reynolds [et al.] // Jour. Burns. – 2003. – № 29 (2). – P. 183–188.
35. Ross, E.V. Comparison of carbon dioxide laser, erbium: YAG laser, dermabrasion, and dermatome: a study of thermal damage, wound contraction, and wound healing in a live pig model: implications for skin resurfacing / E.V. Ross [et al.] // Jour. Am. acad. dermatol. – 2000. – № 42. – P. 92–105.
36. Sainsbury, D.C.G. Evaluation of the quality and cost-effectiveness of Versajet hydrosurgery / D.C.G. Sainsbury // Jour. Wound internat. – 2009. – № 6. – P. 24–29.
37. Shannon, M.K. Low-frequency ultrasound debridement (Sonoca-185) in acute wound management: A case study / M.K. Shannon, A. Williams, M. Bloomer // Jour. Wound practice and research. – 2012. – № 20 (4). – P. 200–205.
38. Sivrioglu, N. Versajet hydrosurgery system in the debridement of skin necrosis after Ca gluconate extravasation: report of 9 infantile cases / N. Sivrioglu, S. Irkoren // Acta orthop. traumatol Turc. – 2014. – № 48 (1). – P. 6–9.
39. Sonnergren, H. H. Bacteria aerosol spread with different methods for wound debridement / H. H. Sonnergren [et al.] // EWMA publications. – 2014. – P. 274.
40. Stalder, K.R. Repetitive plasma discharges in saline solutions / K.R. Stalder [et al.] // Applied physics letters. – 2001. – № 79. – P. 4003–4005.
41. Strohal, R. Debridement an updated overview and clarification of the principle role of debridement / R. Strohal [et al.] // Journal of wound care. – 2013. – № 22 (1). – P. 26–30.
42. Vloemans, J. Partial thickness burns in children / J. Vloemans // EWMA publications. – 2014. – P. 95.

I.A. Almazov, E.V. Zinovyev, A.V. Apchel

Evidence-based approaches to choice of physical techniques of surgical treatment of burn wound

Abstract. *The problem of selective cleansing of burn wounds is enduring relevant. One of the priorities of modern surgery is the search and development of less traumatic, minimally invasive and selective interventions, combustible in this issue is no exception. Despite scientific and technological progress, in the surgery of burns is still widely prevalent methods necrectomy acute way. The advantages of standard necrectomy (scalpel, dermatome, Humby knife, etc.) sometimes offset the severity of blood loss, need for transfusion support, and anesthetic management in extensive interventions. In addition, when performing sharp excision of the affected tissues, the viable tissues are removed, that slows down the regeneration of wounds from deeper tissue damage. Recent devices based on a particular physical impact on the tissue, in some cases, is able to ensure the removal of necrotic tissue, precision while maintaining only a viable structure. The selective effect on the tissue is especially important in surgery of dermal burns, as it allows to save the greatest possible number of viable elements of the dermis, which is the substrate of epithelialization of wounds. The article examines the most well-known physical methods of cleaning wounds from the point of view of evidence-based medicine. It is shown that the use of modern physical technologies active cleaning of burn wounds in some cases can be an alternative to standard methods of necrectomy, in other cases, successfully complete them. When choosing these techniques without indications and contraindications significantly prolong the recovery of the skin.*

Key words: *partial thickness burns, necrectomy, accuracy, selectivity, hydrosurgery, laser and radiofrequency ablation, ultrasonic cavitation.*

Контактный телефон: +7-903-361-61-61; e-mail: dr-56@mail.ru