

Ю.В. Юрова, В.А. Ильина, Е.В. Зиновьев, Р.В. Вашетко

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКА РАЗВИТИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ВИДОВ РУБЦОВОЙ ТКАНИ У ПАЦИЕНТОВ С ОЖГОВОЙ ТРАВМОЙ

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А)

Актуальность. Проблема развития патологической рубцовой ткани в комбустиологии остается актуальной на сегодняшний день. Необходимо определить патогенетически обоснованный подход к лечению ожоговой раны, снижающий вероятность развития патологической рубцовой ткани.

Цель – изучить гистологическую структуру тканей, из которых формируются кожные рубцы, разработать диагностический алгоритм прогнозирования развития патологических рубцов.

Методология. Для достижения поставленной цели у 56 пациентов с ожоговой травмой было проведено морфологическое изучение биоптатов тканей, взятых интраоперационно в центре и по периферии ожоговых ран перед выполнением свободной аутодермопластики. В зоне отбора определены показатели микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии на этапе лечения ожоговых ран и в процессе формирования рубцовой ткани. Клиническое наблюдение за пациентами проводилось в течение 1 года. Изучена связь между гистологическим типом ткани, из которой формируется впоследствии рубец, показателями перфузии в ней перед выполнением свободной аутодермопластики и видом сформировавшейся рубцовой ткани в изучаемых областях в течение 1 года.

Результаты и их анализ. Выявлено, что патологическая рубцовая ткань развивается из грануляционной ткани и фиброзно-измененной дермы. Показана возможность прогнозирования формирования вида рубцовой ткани с помощью определения средних значений перфузии (М): выше 10 перфузионных единиц (ПЕ) – патологической рубцовой ткани, возникшей из грануляционной ткани; менее 4 ПЕ – высокий риск развития патологической рубцовой ткани из фиброзно-измененной дермы. При значении перфузии зоны ожоговых дефектов ($4 \leq M \leq 10$) ПЕ гистологически определяются дерма, элементы подкожно-жировой клетчатки, фиброзного слоя грануляционной ткани, и риск развития патологической рубцовой ткани минимален.

Заключение. С учетом выявленных закономерностей выполнено обоснование принципов прогнозирования формирования патологической рубцовой ткани на основании параметров перфузии в различных частях ожоговой раны и гистологических исследований на ранних этапах лечения. По результатам исследования разработан алгоритм диагностики различных видов рубцовой ткани.

Ключевые слова: глубокие ожоги, рубцы, прогнозирование вида рубцов, микроциркуляция, лазерная доплеровская флоуметрия, ожоговая рана, исход лечения ожогов, удаление грануляционной ткани, хирургическая пластика.

Введение

Развитие рубцов нередко приводит к инвалидизации пациентов, необходимости специализированного лечения, снижению качества жизни пострадавших и, как следствие, к психологическим проблемам. Важно знать, что любая рубцовая ткань является фоном для развития предопухолевых состояний и рака кожи [3, 4].

Изучением строения рубцовой ткани занимались ряд ученых, пытающихся установить

способы прогноза развития вида рубцовой ткани, позволяющие оптимизировать лечение в плане сокращения частоты ее развития в отдаленном периоде. А.Е. Гуллер и А.Б. Шехтер в своем исследовании описали возможность морфологически обоснованного выбора способа хирургической или консервативной стратегии лечения кожного рубца [2]. Авторами определены структурные и функциональные признаки, особенности происхождения и трансформации различных видов рубцовой

Юрова Юлия Васильевна – канд. мед. наук, науч. сотр., отд. термич. поражений, Санкт-Петерб. науч.-исслед. ин-т скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А), e-mail: elf2479@mail.ru; Зиновьев Евгений Владимирович – д-р мед. наук проф., руков. отд. термических поражений, Санкт-Петерб. науч.-исслед. ин-т им. И.И. Джанелидзе (Россия, 192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А), e-mail: evz@list.ru; Ильина Виктория Анатольевна – руков. патологоанат. отд-ния, Санкт-Петерб. науч.-исслед. ин-т скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А), ORCID: 0000-0002-7658-0297;

Вашетко Ростислав Вадимович – д-р мед. наук проф., гл науч. сотр., Санкт-Петерб. науч.-исслед. ин-т скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А)

ткани (фиброзно-измененной дермы, гипертрофической, нормотрофической и келоидной рубцовых тканей). С учетом выявленных закономерностей были определены принципы прогнозирования последующей гистологической структуры кожных рубцов на основании данных клинического осмотра и анамнестических сведений. В 2016 г. Q. Lin и соавт. представили результаты оценки уровня перфузии в келоидных рубцах и прилегающих тканях [8]. В 2017 г. авторы из Национального медицинского исследовательского центра детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера изучили клинко-морфологические особенности сосудистого русла гипертрофической кожи в разные сроки ее формирования и ее влияние на рост и развитие патологической рубцовой ткани после ожоговой травмы у детей [6].

Особенности лечения влияют на вид формирующейся рубцовой ткани, процессы, происходящие в ней (ишемия, гиперперфузия и т. д.), и, тем самым, воздействуют на ее функциональное состояние [2]. В пределах одной раны в ее различных областях могут протекать различные патологические процессы, что может приводить к развитию и росту патологических рубцов, несмотря на выполнение стандартов лечения раны. Важно понимать и иметь возможность диагностировать процессы, протекающие в различных областях раны уже в момент ее заживления и начала формирования рубца. Подход к лечению раны может быть не только стандартным и типичным, к которому привыкли и пользуются все специалисты [7], а иметь патогенетическое обоснование. Даже в пределах одной раны в различных ее зонах лечение может иметь различные цели.

Задачей настоящего исследования явилось определение связи значений перфузии и вида формирующейся впоследствии рубцовой ткани на этапе лечения ожоговых ран, что позволит патогенетически обосновать прогностический метод определения развития патологических рубцов, используя лазерную доплеровскую флоуметрию (ЛДФ).

Цель – изучить гистологическую структуру тканей, из которых формируются кожные рубцы, разработать диагностический алгоритм прогнозирования развития патологических рубцов.

Материал и методы

В период 2018–2021 гг. выполнено исследование ожоговых ран и в последующем рубцовых деформаций у 56 обожженных,

находившихся на лечении в ожоговом центре Санкт-Петербургского научно-исследовательского института скорой помощи им. И.И. Джанелидзе. Возраст больных – 16–66 лет, в среднем – (41 ± 25) лет, индекс Франка – (50 ± 15) усл. ед. Всем пациентам выполнялась свободная аутодермопластика на площади от 1 до 8 %, в среднем – (4 ± 4) % на 27–30-е сутки.

В 1-ю группу ($n = 13$) вошли пациенты с гипертрофическими и келоидными рубцами (патологические рубцы) и значениями перфузии ниже 4 перфузионных единиц (ПЕ). 2-я группа ($n = 16$) представлена пациентами с перфузией выше 10 ПЕ и развившимися патологическими рубцами. У остальных пациентов ($n = 27$) было зарегистрировано развитие нормотрофических рубцов. В обследуемых группах статистически значимых различий по возрасту, площади ожоговых ран, индексу тяжести пациентов, площади и срокам выполнения аутодермопластики выявлено не было. После ожоговой травмы в течение 1 года пациенты осознанно не использовали компрессионное белье и не применяли противорубцовую терапию (о необходимости этих мероприятий они были информированы).

Вид ткани, из которой развился в последующем рубец, определяли с помощью гистологического исследования. Биоптаты иссекали скальпелем на этапе выполнения свободной аутодермопластики в двух зонах ожогового дефекта во время операции: 1) зона периферии на границе со здоровой неповрежденной кожей; 2) центральный участок ожоговой раны. Хирургическое лечение выполняли на 27–30-е сутки после травмы. Всего исследовали 56 биоптатов.

Первый биологический материал представлял собой фрагмент грануляционной ткани из центрального участка ожогового повреждения, а второй биоптат – из зоны ожогового поражения на границе со здоровой интактной кожей. Размер материала – 5×5 мм. После забора биоматериал погружали в фиксирующий раствор, состоящий из 425 мл 96 % спирта, 25 % ледяной уксусной кислоты и 50 мл формалина. Длительность нахождения биоптатов в растворе составляла 2–3 ч. Затем гистологический материал исследовали по запатентованной методике (патент на изобретение RU 2317544 C1, заявлен 20.02.2008 г.).

Изучение биологического материала проводили в вертикальных срезах, определяли клеточную структуру, изучали регенерацию

эпидермиса, содержание и направленность эластичных и коллагеновых волокон, содержание фибробластов, состояние сосудистой системы и ее клеточный состав, наличие васкулита.

Микроциркуляцию тканей оценивали с помощью ЛДФ, используя лазерный анализатор капиллярного кровотока «ЛАКК-02» (НПП «Лазма», Россия). Исследование проводилось на 5–7-е сутки после выполнения свободной аутодермопластики (САДП) и через 3, 6, 12 мес после ожоговой травмы. С помощью ЛДФ оценивали показатель микроциркуляции (ПМ), который отражает средний поток эритроцитов в единице объема ткани за единицу времени, измеряется в перфузионных единицах. Указанный параметр дает оценку микроциркуляции исследуемого участка ткани [5].

Через 3, 6, 12 мес после ожоговой травмы оценивали тип рубцовой ткани по Ванкуверской шкале (Vancouver scar scale, VSS), которая наиболее информативна и впервые описана Сулливаном в 1990 г. [1]. Так как визуальная оценка рубцовой ткани субъективна, то представляется целесообразным использование трех клинических диагнозов по виду и типу рубца в соответствии с уровнем и высотой его относительно окружающей интактной кожи. Для однозначной интерпретации объективных данных, получаемых при клиническом осмотре рубца, мы предложили ограничить число возможных клинических типов рубцов тремя в соответствии с высотой его поверхности относительно окружающей здоровой кожи: 1) атрофический – рубцовая ткань ниже уровня кожи; 2) нормотрофический – находится на одном уровне с окружающей кожей; 3) келоидный и гипертрофический – выше уровня интактной кожи. Так как для пациента появление подобных осложнений приводит к дискомфорту и психологическим изменениям независимо от гистологической структуры рубца, эти два последних вида рубцовых изменений были объединены в одну группу патологической рубцовой ткани.

Статистика. Полученные данные обрабатывали с помощью прикладной программы SPSS-13. Показатели определяли как Me, Pс (медиана, процентиля) и M, SD (среднее, стандартное отклонение). Для сравнения полученных данных непарных выборок использовали t-критерий Стьюдента, для парных выборок – критерий Манна–Уитни и Вилкоксона. Корреляционные связи определяли коэффициентами Спирмена и Кендалла. Для созда-

ния прогностической модели вида рубцовой ткани использовали метод анализа ROC-кривых. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Был определен значимый показатель микроциркуляции в ожоговой ране и выявлена связь данного показателя с развитием различных видов рубцов у пациентов в период их реабилитации.

Учитывая индивидуальные особенности пациентов, для объективности показатель перфузии оценивали в сравнении с симметричными интактными участками кожи (рис. 1).

В связи с тем, что у пациентов с развившимися патологическими рубцами значения перфузии варьировали от значений менее 4 и более 10 ПЕ, было проанализировано гистологическое заключение о тканях, из которых в дальнейшем формировались рубцы.

По результатам гистологического исследования пациентов разделили на 1-ю группу со значениями перфузии менее 4 ПЕ и патологической рубцовой тканью, которая развилась из фиброзно-измененной дермы, расположенной на границе раны со здоровой кожей (рис. 2А), и 2-ю группу – с показателями перфузии более 10 ПЕ, что соответствовало развившимся патологическим рубцам из грануляционной ткани ожоговой раны (см. рис. 2Б).

Выявлена значимая связь средней силы между высотой рубца, возникшего из грануляционной ткани, и показателем микроциркуляции ($r = 0,53$; $p = 0,006$) (рис. 3А) и из

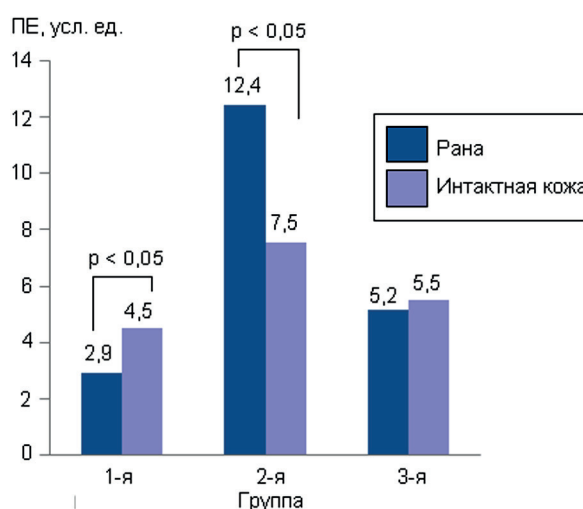


Рис. 1. Показатели микроциркуляции ожогового дефекта и здоровых симметричных участков кожи в группах в зависимости от вида сформировавшейся рубцовой ткани.

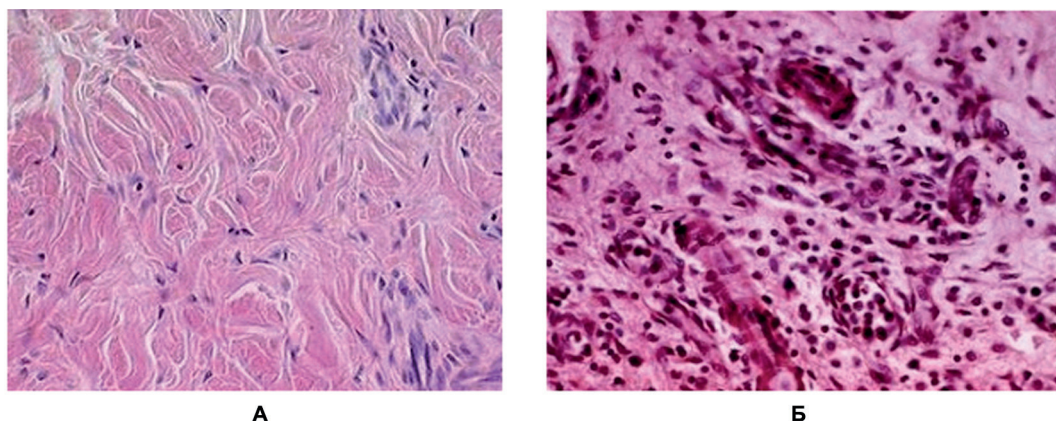


Рис. 2. Микроскопия фиброзно-измененной дермы: фрагмента дермы с разрастанием переплетающихся пучков малоклеточной фиброзной ткани с немногочисленными рассеянными фибробластами, лимфоцитами, единичными сосудами с щелевидным просветом со слабой пролиферацией эндотелия и грануляционной ткани (А); фрагмента дермы с наличием крупных извитых новообразованных сосудов с пролиферацией эндотелия, разрастанием рыхлой волокнистой фиброзной стромы с умеренной диффузной лимфоплазмоцитарной инфильтрацией, умеренным количеством фибробластов (Б).

рубца дермального происхождения ($r = 0,66$; $p = 0,045$) (см. рис. 3Б).

В результате морфологических исследований рубцов было выявлено, что рубцовая ткань развивается не только путем фибрирования грануляций, но и в результате длительно существующей ишемии в фиброзно-измененной дерме, окружающей раневой дефект. О различиях в структуре этих тканей детально было изучено ранее [3]. Показатели перфузии данных зон статистически значимо различаются.

Таким образом, для прогнозирования склонности к развитию патологических рубцов определяется показатель перфузии (М) нескольких зон ожоговых дефектов и симметричного неповрежденного участка кожи (N) на этапе лечения ожоговых ран. При значении перфузии зоны ожоговых дефектов менее N прогнозируют высокий риск развития патологических рубцов из тканей дермального про-

исхождения, при значении более $N + 5$ – высокую вероятность развития патологических рубцовых тканей грануляционного происхождения, между этими двумя показателями – минимальную вероятность развития гипертрофических и келоидных рубцов.

Полученные результаты исследования продемонстрировали связь величины перфузии и вида ткани, из которой позже развивается патологическая рубцовая ткань. Тканевая структура раны и уровень микроциркуляции отражают патологические и адаптационные процессы, протекающие в ней. Подобные данные могут быть определяющими при выборе методов лечения раны для устранения риска развития патологической рубцовой ткани (рис. 4).

Результаты гистологического и микроциркуляторного исследования на этапе лечения ожоговых ран определяют степень риска развития патологической рубцовой ткани

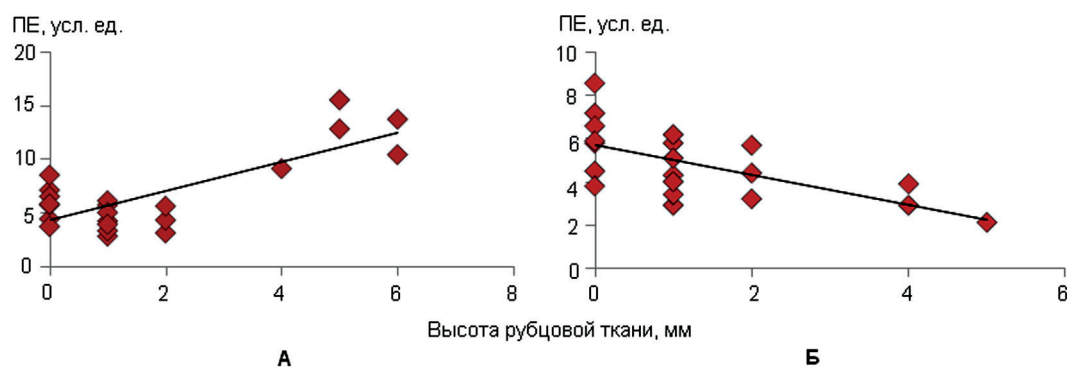


Рис. 3. Корреляционная связь показателей микроциркуляции (ПЕ) и высоты рубца (мм), возникшего из грануляционной ткани (А) и рубца дермального происхождения (Б).

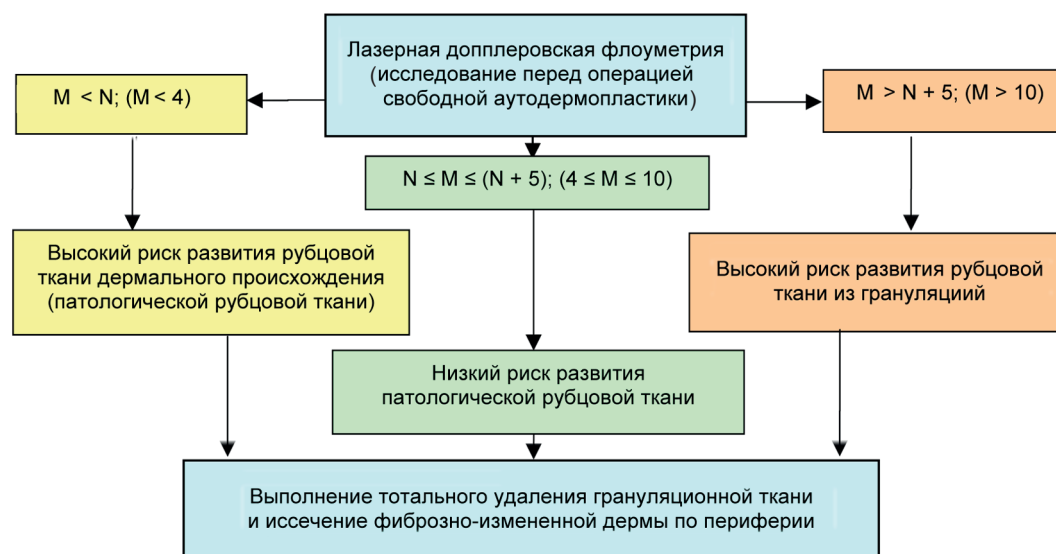


Рис. 4. Диагностический алгоритм определения риска развития различных видов рубцовой ткани у пациентов с термической травмой (M – значение перфузии в ране; N – значение перфузии на симметричном интактном участке кожи).

и прогнозируют происхождение ее без инвазивных способов, а также позволяют своевременно предпринять меры и применить специфические способы лечения и профилактики, чтобы добиться отсутствия развития патологической рубцовой ткани.

Пациентам необходимо специализированное хирургическое лечение ожоговых ран, направленное на скорейшее закрытие ожоговых поверхностей, не дожидаясь развития грануляционной ткани. При сформированных грануляциях необходимо перед выполнением свободной аутодермопластики выполнять тотальное удаление патологических тканей (дермы по периферии и грануляционной ткани в области дна раны), что позволит избежать формирования патологических рубцов (патент России № 2019125932). При мозаичном и пограничном повреждениях также следует проводить свободную аутодермопластику по специальной методике: минимальное нанесение перфорационных отверстий на трансплантат, ношение компрессионной одежды, не ожидая начала формирования рубцовой ткани. На этапе хирургического лечения необходимо тотально удалять грануляционную и дермальную ткань, подвергшуюся ишемии. При оставлении этих тканей во время лечения необходимо постоянно следить за их трансформацией в течение 1 года.

Важно, что пациенты должны наблюдаться и проходить обследование в течение 1 года, так как оставшиеся ткани в ране могут подвергаться ишемии и, наоборот, возможен чрезмерный рост сосудов, что может в течение

этого времени привести к росту рубца и перерождению тканей в узловые формы.

Трансформация раневых тканей в патологические, которые впоследствии переходят в патологические рубцы, зависит от адекватности микроциркуляции. При ишемии тканей дерма превращается в фиброзно-измененную. Данный процесс незаметен и клинически не проявляется, диагностировать подобные изменения невооруженным глазом невозможно. Но этот момент микроциркуляторных нарушений четко фиксируется методом лазерной доплеровской флоуметрии, значения перфузии при подобных изменениях в тканях будут не более 4 ПЕ. Подобная ткань фрагментируется с образованием узлов II типа при продолжающейся ишемии. Пусковым фактором келоидной трансформации является длительная некомпенсированная ишемия тканей дермального происхождения, которая приводит к формированию патологической рубцовой ткани. Для подобных зон предпочтительно использование лечебных методик, способствующих улучшению микроциркуляции.

Для патологических рубцов, развившихся из грануляционной ткани с показателями перфузии на этапе лечения выше 10 ПЕ, характерна избыточная активность фибробластов. В подобных случаях будут эффективны воздействия, устраняющие механическое напряжение зон риска, а также необходимо подавление метаболической активности фибробластов, что способствует переходу гипертрофической трансформации в нормотрофический рубец.

Заключение

Знание закономерностей возникновения и трансформации рубцовых тканей, выявленных связей между перфузией ожоговой раны, тканевым составом и клиническим типом развивающегося рубца позволяет определить основные принципы лечебных воздействий на рану. Для определения стратегии лечения ожоговой раны необходимо установить ее тканевый состав. При возможности необходимо использовать гистологическое

исследование, но поскольку биопсийная диагностика ткани во время лечения не всегда возможна, то нужно ориентироваться на показатели перфузии, которые коррелируют с видом ткани, из которых возможно развитие рубцовой ткани.

Предлагаемый метод позволяет, не прибегая к биопсийной диагностике, сделать выбор метода лечения ожоговой раны морфологически обоснованным с целью предотвращения развития патологической рубцовой ткани.

Литература

1. Байтингер В.Ф., Пайтян К.Г. Морфофункциональные особенности патологических кожных рубцов: состояние вопроса // Вопр. реконструктивной и пластич. хирургии. 2013. Т. 1, № 44. С. 28–33.
2. Гуллер А.Е., Шехтер А.Б. Клинический тип и гистологическая структура кожных рубцов как прогностические факторы исхода лечения // Анналы пластич., реконструктивной и эстетич. хирургии. 2007. № 4. С. 19–31.
3. Зирияходжаев Д.З., Орифов Б.М., Хусейнов З.Х. Особенности рака кожи, развившегося из рубцов // Докл. Акад. наук Респуб. Таджикистан. 2013. Т.56, № 9. С. 756–761.
4. Ковалева Л.Н. Клинико-морфологические параллели у пациентов с рубцовой патологией кожи // Дерматовенерология. Косметология. Сексопатология. 2016. Т. 1, № 4. С. 108–117.
5. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови : руководство для врачей. М. : Медицина, 2005. 40 с.
6. Филиппова О.В., Афоничев К.А., Красногорский И.Н. Клинико-морфологические особенности сосудистого русла гипертрофической рубцовой ткани в разные сроки ее формирования // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2017. Т. 5, № 3. С. 25–35. DOI: 10.17816/PTORS5325-36.
7. Gold M.H., McGuire M., Mustoe T.A. [et al.]. International Advisory Panel on Scar Managements. Updated international clinical recommendations on scar management: part 2-algorithms for scar prevention and treatment // Dermatol. Surg. 2014. Vol. 40, N 8. P. 825–831. DOI: 10.1111/dsu.0000000000000050.
8. Liu Q, Wang X., Jia Y. Increased blood flow in keloids and adjacent skin revealed by laser speckle contrast imaging // Lasers Surg. Med. 2016. Vol. 48, N 4. P. 360–364. DOI: 10.1002/lsm22470.

Поступила 19.04.2022 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Участие авторов: Ю.В. Юрова – разработка концепции и дизайна исследования, анализ и интерпретация данных, написание статьи и редактирование; В.А. Ильина – редактирование статьи; Е.В. Зиновьев – утверждение окончательного варианта статьи; Р.В. Вашетко – разработка концепции и методологии исследования.

Для цитирования. Юрова Ю.В., Ильина В.А., Зиновьев Е.В., Вашетко Р.В. Диагностический алгоритм определения риска развития патологических видов рубцовой ткани у пациентов с ожоговой травмой // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022. № 2. С. 100–106. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-2-100-106

Diagnostic algorithm for determining the risk of developing pathological types of scar tissue in patients with burn injury

Yurova Yu.V., Ilina V.A., Zinoviev E.V., Vashetko R.V.

Saint-Petersburg Institute of Emergency Care named after I.I. Dzhanelidze (3, lit. A, Budapeshtskaya Str. St. Petersburg, 192242, Russia)

✉ Julia Vasilievna Yurova – PhD Med. Sci., Research Associate, Saint-Petersburg Institute of Emergency Care named after I.I. Dzhanelidze (3, lit. A, Budapeshtskaya Str. St. Petersburg, 192242, Russia), e-mail: elf2479@mail.ru;

Victoria Anatolievna Ilina – Head of Pathoanatomical Department, Saint-Petersburg Institute of Emergency Care named after I.I. Dzhanelidze (3, lit. A, Budapeshtskaya Str. St. Petersburg, 192242, Russia), ORCID: 0000-0002-7658-0297;

Evgenij Vladimirovich Zinoviev – Dr. Med. Sci. Prof., Head of Thermal Department, Saint-Petersburg Institute of Emergency Care named after I.I. Dzhanelidze (3, lit. A, Budapeshtskaya Str. St. Petersburg, 192242, Russia), e-mail: evz@list.ru;

Rostislav Vadimovich Vashetko – Dr. Med. Sci. Prof., Principal Research Associate; Saint-Petersburg Institute of Emergency Care named after I.I. Dzhanelidze (3, lit. A, Budapeshtskaya Str. St. Petersburg, 192242, Russia)

Abstract

Relevance. The problem of the development of pathological scar tissue in combustiology is still relevant. It is necessary to determine a pathogenetically sound approach to the treatment of a burn wound that reduces the likelihood of the development of pathological scar tissue.

Intention: To study the histological structure of the tissues from which skin scars are formed, to develop a diagnostic algorithm for predicting the development of pathological scars.

Methodology. Tissue biopsies taken intraoperatively in the center and along the periphery of burn wounds before free autodermoplasty (FADP) were examined in 56 patients with burn injuries. In the selection zone, microcirculation parameters were determined by laser Doppler flowmetry (LDF) at the stage of treatment of burn wounds and during the formation of scar tissue. Clinical observation of patients was carried out for a year. Relationships between histology of tissues from which the scar would subsequently form, their perfusion indices before FADP and types of scar tissue were assessed over a year.

Results and Discussion. It was revealed that pathological scar tissue develops from granulation tissue and fibrous-altered dermis. The possibility of predicting the formation of the type of scar tissue by determining perfusion (M) is shown: above 10 perfusion units (PE), pathological scar tissue arises from granulation tissue; less than 4 PE, a high risk of developing pathological scar tissue from fibrous-altered dermis. With perfusion ($4 \leq M \leq 10$) in the zone of burn defects, the dermis, elements of subcutaneous fat, fibrous layer of granulation tissue are histologically determined, and the risk of developing pathological scar tissue is minimal.

Conclusion. Taking into account the revealed patterns, principles for predicting the formation of pathological scar tissue were justified based on perfusion parameters in various parts of the burn wound and histology at the early stages of treatment. Based on the results, an algorithm for diagnosing various types of scar tissue has been developed.

Keywords: deep burns, scars, prediction of the type of scars, microcirculation, laser Doppler flowmetry, burn wound, outcome of treatment of burns, removal of granulation tissue, plastic surgery.

References

1. Bajtinger V.F., Pajtyan K.G. Morfofunkcional'nye osobennosti patologicheskikh kozhnykh rubcov: sostojanie voprosa [Morphologic and functional characteristics of pathological skin scars: state of the art]. *Voprosy rekonstruktivnoj i plasticheskoy hirurgii* [Issues of reconstructive and plastic surgery]. 2013; 1(44):28–33. (In Russ.)
2. Guller A.E., Shekhter A.B. Klinicheskij tip i gistologicheskaja struktura kozhnykh rubcov kak prognosticheskie faktory ishoda lechenija [Clinical type and histological structure of cutaneous scars as predictive factors of therapeutic outcome]. *Annaly plasticheskoy, rekonstruktivnoj i jesteticheskoy hirurgii* [Annals of plastic, reconstructive and aesthetic surgery]. 2007; (4):19–31. (In Russ.)
3. Zikiryahodzhayev D.Z., Orifov B.M., Huseinov Z.H. Osobennosti raka kozhi, razvivshegosja iz rubcov [Peculiarities of skin cancer arising from scars]. *Doklady Akademii nauk Respubliki Tadjikistan* [Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan]. 2013; 56(9):756–761. (In Russ.)
4. Kovalyova L.N. Kliniko-morfologicheskie paralleli u pacientov s rubcovoju patologiej kozhi [Clinical and morphological parallels in patients with skin scar disorders]. *Dermatovenerologija. Kosmetologija. Seksopatologija* [Dermatology. Cosmetology. Sexopathology]. 2016; 1(4):108–117. (In Russ.)
5. Krupatkin A.I., Sidorov V.V. Lazernaja doplerovskaja floumetrija mikrocirkuljacii krovi [Laser Doppler flowmetry of blood microcirculation]. Moscow. 2005. 40 p. (In Russ.)
6. Filippova O.V., Afonichev K.A., Krasnogorskij I.N. Kliniko-morfologicheskie osobennosti sosudistogo rusla gipertroficheskoy rubcovoju tkani v raznye sroki ee formirovanija [Clinical and morphological characteristics of the vascular bed of hypertrophic scar tissue in different periods of its formation]. *Ortopedija, travmatologija i vosstanovitel'naja hirurgija detskogo vozrasta* [Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery]. 2017; 5(3):25–35. DOI: 10.17816/PTORS5325-36. (In Russ.)
7. Gold M.H., McGuire M., Mustoe T.A. [et al.]. International Advisory Panel on Scar Managements. Up-dated international clinical recommendations on scar management: part 2-algorithms for scar prevention and treatment. *Dermatol. Surg.* 2014; 40(8):825–831. DOI: 10.1111/dsu.0000000000000050.
8. Liu Q, Wang X, Jia Y. Increased blood flow in keloids and adjacent skin revealed by laser speckle contrast imaging. *Lasers Surg. Med.* 2016; 48(4):360–364. DOI: 10.1002/lsm22470.

Received 19.04.2022

For citing: Yurova Y.V., Ilina V.A., Zinoviev E.V., Vashetko R.V. Diagnosticheskij algoritm opredelenija riska razvitiya patologicheskikh vidov rubcovoju tkani u pacientov s ozhogovoj travmoju. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnykh situatsiyakh*. 2022; (2):100–106. (In Russ.)

Yurova Y.V., Ilina V.A., Zinoviev E.V., Vashetko R.V. Diagnostic algorithm for determining the risk of developing pathological types of scar tissue in patients with burn injury. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2022; (2):100–106. DOI 10.25016/2541-7487-2022-0-2-100-106