

УДК 612.13:616-018-022.1-001.4-073

ГЕМОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНФИЦИРОВАННОЙ РАНЫ МЯГКИХ ТКАНЕЙ ПРИ ДОЗИРОВАННОЙ ЭКСОДЕРМОТЕНЗИИ ПО ДАННЫМ ЛАЗЕРНОЙ ДОППЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ

В.В. Бесчастнов¹, С.Г. Измайлов¹, Н.Ю. Орлинская², А.А. Миронов³,
Е.Е. Лукоянычев⁴, Ю.В. Печерский⁴, А.А. Загидуллин⁴,

¹ГБУЗ НО «Городская клиническая больница № 12», г. Н. Новгород,

²ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия»,

³Центральная научно-исследовательская лаборатория Научно-исследовательского института прикладной и фундаментальной медицины «Нижегородская государственная медицинская академия»,

⁴ГБУЗ НО «Городская клиническая больница № 35», г. Н. Новгород

Бесчастнов Владимир Викторович – e-mail: lancet2003@list.ru

Цель работы: создание гемодинамической модели инфицированной раны при дозированной экзодермотензии в разные фазы раневого процесса и определение безопасного уровня усилия, прикладываемого к краям раны. Экспериментальное исследование проведено на 16 белых беспородных самцах крыс массой 273±35 г, которые были распределены по группам методом рандомизации. После наркотизации животного на верхней части спины удаляли шерсть, маркером через шаблон наносили контур – окружность диаметром 18 мм, после чего скальпелем наносили кожную рану и зажимом раздавливали подлежащие мышечные ткани. Для моделирования экзодермотензии тракция осуществляется лигатурой, проведенной за иглу, находящуюся ближе к короткому краю рамки, при этом дистракции подвергаются периферические в границах рамки участки кожи. Усилие во время растяжения кожи контролировали по данным динамометрии в момент фиксации узла. Все животные были разделены на 2 группы в зависимости от фазы раневого процесса во время экзодермотензии. В первой группе разработанное устройство накладывали сразу же после моделирования раны, а во второй – на третьи сутки неосложнённого течения раневого процесса. Состояние области растяжения контролировали при помощи лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) аппаратом ЛАКК-02. Через 24 часа от начала дермотензии после вывода животного из эксперимента забирали участки ткани области дистрагируемого лоскута размером 1х2 см. Срезы окрашивали гематоксилином, эозином и пикрофуксином по Ван-Гизону, фукселином. При сравнении резервных возможностей системы микроциркуляции в первую и вторую фазы раневого процесса выявлено, что предельно допустимая нагрузка на дистрагируемый лоскут статистически значимо ниже в фазу воспаления.

Ключевые слова: дозированная экзодермотензия, инфицированная рана, микроциркуляция.

The purpose of this paper is to create a hemodynamic model of an infected wound at dosed exodermotension in different phases of wound process and to measure the safe level of exertion applied to wound edges. The experimental study of 16 white outbred male rats weighted 273±35 g, which were divided into groups by method of randomization. Hair was removed on the upper back of an anesthetized animal and a contour was applied through a stencil by a marker in the form of circumference of 18 mm in diameter. After that a skin wound was made with a scalpel and underlying muscle tissue was smashed with forceps. To simulate exodermotension, traction is performed by thread passed behind a needle placed closer to a short edge of a frame. Herewith peripheral skin areas within the frame boundaries are subjected to distraction. The skin tension force was controlled by dynamometric data at knot fixation moment. All animals were divided into two groups depending on a wound process phase during exodermotension. In the first group such designed device was applied as soon as a wound has been simulated and in the second group it was used on the third day of uncomplicated course of wound process. The tensile area state was controlled by laser Doppler flowmetry (LDF) with using device ЛАКК-02. 24 hours later the start of dermotension after the animal withdrawal from experiment some tissue sections were taken in distracted flap of 1x2 cm. Cuts were painted with hematoxylin, eosin and picrofuxine under Van-Gizon, by fuxelin. As comparing spare capacities of MC systems in the first and second phase of the wound process it was detected that a maximum load limit to distracted flap was statistically significantly lower in the inflammation phase.

Key words: dosed exodermotension, infected wound, microcirculation.

Актуальность

На фоне достижений современной медицины вопросы закрытия обширных ран мягких тканей все ещё остаются актуальными. Дозированная экзодермотензия позволяет закрывать обширные дефекты мягких тканей полнослойным кожным лоскутом, без создания новых ран в донорских областях. Однако метод имеет относительные ограничения, связанные с безопасностью гнойно-воспалительных осложнений на фоне гипоксии при дистракции кожных

лоскутов. Тем не менее, неоспоримые преимущества этого вида местной пластики ран стимулируют поиск новых способов и критериев безопасности, снижающих частоту и тяжесть осложнений [1]. Исход растяжения кожи зависит от многих факторов, один из которых – оптимальная и точно дозируемая нагрузка на кожный лоскут. Следовательно, актуален поиск критериев, позволяющих объективно контролировать степень растяжения кожного лоскута.

Цель исследования: создание гемодинамической модели инфицированной раны при дозированной экзодермотензии в разные фазы раневого процесса и определение безопасного уровня усилия, прикладываемого к краям раны.

Материалы и методы

Экспериментальное исследование проведено на 16 белых беспородных самцах крыс массой 273 ± 35 г, которые были распределены по группам методом рандомизации. После наркотизации животного на верхней части спины удаляли шерсть, маркером через шаблон наносили контур – окружность диаметром 18 мм, после чего скальпелем наносили кожную рану и зажимом раздавливали подлежащие мышечные ткани. День нанесения ран считали нулевым днем эксперимента. Для моделирования экзодермотензии в эксперименте на мелких млекопитающих разработано специальное устройство. Устройство содержит металлическую рамку размерами 3×6 см, выполненную из спицы Киршнера, изогнутой таким образом, что одна из сторон длиной 6 см состоит из двух ветвей, между которыми перпендикулярно длинной оси рамки расположены четыре иглы (иглы медицинские для внутримышечных инъекций), проведенные через кожу животного. Две ближние к центру иглы фиксированы между собой проволокой таким образом, что движение их от центра к периферии рамки исключено. Для моделирования экзодермотензии тракция осуществляется лигатурой, проведенной за иглу, находящуюся ближе к короткому краю рамки, при этом дистракции подвергаются периферические в границах рамки участки кожи. Усилие во время растяжения кожи контролировали по данным динамометрии в момент фиксации узла. Тракция направлена от раневого дефекта к периферии таким образом, что участок ткани с раневым дефектом в центре рамки не подвергается действию сил растяжения. Фиксация игл в состоянии натяжения кожи осуществляется проволокой, причем путем скручивания концов проволоки можно регулировать натяжение тканей. Все животные были разделены на 2 группы в зависимости от фазы раневого процесса во время экзодермотензии. В первой группе разработанное устройство накладывали сразу же после моделирования раны, а во второй – на третьи сутки неосложнённого течения раневого процесса. Состояние области растяжения контролировали при помощи лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) аппаратом ЛАКК-02. Через 24 часа от начала дермотензии после вывода животного из эксперимента забирали участки ткани области дистрагируемого лоскута размером 1×2 см. Срезы окрашивали гематоксилином, эозином и пикрофуксином по Ван-Гизону, фукселином. Для статистической обработки полученных данных использовалась компьютерная программа Statistica 6.0. Выборочные параметры, приводимые далее, имеют следующие обозначения: Me – медиана, Q_1 – верхний квартиль, Q_3 – нижний квартиль, p – величина статистической значимости различий. Критическое значение уровня значимости принималось равным 5% ($p \leq 0,05$).

Результаты исследования

Для решения задачи инструментальной оценки компенсированности локальной циркуляторной гипоксии дистрагируемого лоскута разработана гемодинамическая модель

инфицированной раны мягких тканей в процессе экзодермотензии. После аппроксимации данных, полученных при ЛДФ, построена кривая, отражающая общие процессы изменений в микроциркуляторном русле при дозированной экзодермотензии (рис. 1). До нанесения раны в намеченной для моделирования раны области ПМ (показатель микроциркуляции – МП) составлял 8 пф.ед. (Ме). Непосредственно после нанесения раны, в период сосудистых изменений (по Кузину М.И., 1990), отмечался резкий рост показателя МЦ на 14 пф.ед., связанный, по всей видимости, с замедлением кровотока в сосудах, находящихся рядом с раневым дефектом, нарушением иннервации, потерей сосудистого тонуса, тромбированием мелких вен, сгущением крови вследствие экссудации. После периода очищения раны от погибших и некротизированных тканей наступает вторая фаза раневого процесса – фаза регенерации и происходит стабилизация ПМ на уровне, превышающем исходный на 4 пф.ед. На ЛДФ-граммах отмечались признаки некоторой вазодилатации артериол и нарастания притока артериальной крови. Начало дермотензии проявлялось в виде снижения показателя МЦ на 6 пф.ед. и комплексом изменений, обусловленных резким угнетением кровотока в капиллярном звене, повышенной агрегацией эритроцитов и характерных для стазической формы расстройств МЦ (В.И. Козлов, 2006). В течение первых нескольких минут дермотензии наблюдается незначительный подъем показателя МЦ с последующей стабилизацией.

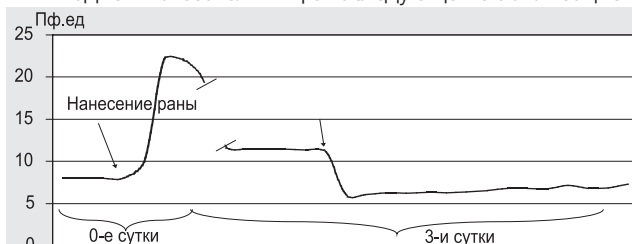


РИС. 1.
Гемодинамическая модель инфицированной раны мягких тканей в процессе экзодермотензии.

На основании представленной гемодинамической модели выработан новый критерий безопасного натяжения кожного лоскута – резерв кровотока при выполнении дермотензионной пробы (РКдт) (рис. 2).



РИС. 2.
Гемодинамическая модель инфицированной раны. Дермотензионная проба.

До начала дермотензии фиксируется значение показателя МЦ в области дистрагируемого лоскута – ПМисх. Дермотензионная проба (ДП) реализуется путем растяжения соответствующего участка паравульнарных тканей при помощи устройства для экзодермотензии таким образом,

чтобы вызвать снижение кровотока и, соответственно, гипоксию в исследуемой области. Это проявляется снижением показателя МЦ до уровня ПМдт1. Через 1 минуту фиксируется уровень показателя МЦ дистрагируемого лоскута ПМдт2 и дермотензия прекращается (релаксация кожного лоскута). Кровоток восстанавливается и развивается реактивная постдермотензионная гиперемия, которая проявляется в увеличении показателя МЦ до величины ПМмакс, превышающей исходный уровень ПМисх с последующим возвращением к исходному уровню. Резерв кровотока при дермотензии рассчитывали как отношение максимального значения показателя МЦ в процессе реактивной гиперемии к исходному значению показателя МЦ и выражали в процентах. Критическое значение предложенного показателя составило 130%. При превышении этого уровня в последующем фиксировалось снижение на ЛДФ-грамме абсолютного показателя МЦ более чем на 6 пф.ед.

Данные ЛДФ подтверждались результатами гистологического исследования. Имелись дистрофические изменения эпителиальных клеток вплоть до небольших очагов деструкции эпидермиса. В мышечном слое отмечались очаги разрыхления, дистрофические и некротические изменения мышечных волокон. Наибольшие изменения отмечались в коллаген-эластическом каркасе дермы, главным образом в ее сетчатом слое. Имелись участки разрыхления и истончения коллагеновых волокон. Эти изменения происходили на уровне архитектоники и фибриллярной структуры волокон, тинкториальные (красочные) свойства при окраске по Ван-Гизону также менялись, что свидетельствует об изменениях на молекулярном уровне. Выявлялись грубые изменения коллагеновых волокон в виде разрывов, фрагментаций и разволокнений. Эластические волокна в тех же участках были частично истончены и фрагментированы. В растянутой дерме имелись воспалительные изменения. Отмечался отек ткани дермы, дистрофия части фибробластов, увеличение содержания макрофагов, лимфоцитов и дегранулированных тучных клеток.

При отсутствии критических изменений в гемодинамической модели раны (РКдт<130%) при гистологическом исследовании выявлялась следующая картина. В дерме отсутствовали отек и дистрофия клеток, воспалительная инфильтрация была минимальна. Следует отметить отсутствие разрыхления в коллаген-эластическом каркасе. Не выявлялось грубых изменений волокон в виде разрывов, фрагментаций и разволокнений, что говорит об относительной сохранности коллагеновых структур дермы. Эластические волокна почти без признаков деструкции. Воспалительные и дистрофические изменения в растяну-

той дерме отсутствовали, но наблюдалась умеренная лимфогистиоцитарная реакция вокруг сосудов и усиленная реакция тучных клеток.

При сравнении в двух группах экспериментальных животных значений усилия, прикладываемого к краям раны, приводящего к дистрофическим и некротическим изменениям в области дистрагируемого лоскута, оказалось, что его абсолютное значение различается в первую и вторую фазы раневого процесса. Так, в стандартных условиях эксперимента в первую фазу раневого процесса критические нарушения МЦ выявлялись при усилии, составляющем Me (Q1; Q3) 22 (18;25) Н, а во вторую фазу – 30 (27;34) Н ($p=0,001$).

Выводы

Новый критерий безопасного натяжения кожного лоскута – резерв кровотока при выполнении дермотензионной пробы (РКдт), разработанный на основе гемодинамической модели инфицированной раны, характеризует резервные возможности микроциркуляторного русла индивидуального организма, т. е. способность системы МЦ реагировать на увеличение потребности тканей в кислороде.

При сравнении резервных возможностей системы МЦ в первую и вторую фазы раневого процесса выявлено, что предельно допустимая нагрузка на дистрагируемый лоскут статистически значимо ниже в фазу воспаления.

МА

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов В.И. Система микроциркуляции крови: клинко-морфологические аспекты изучения. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2006. № 1. С. 84-101.
2. Козлов В.И., Азизов Г.А., Гурова О.А., Литвин Ф.Б. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке состояния и расстройств микроциркуляции крови. М.: «Изд-во РУДН», 2012. 32 с.
3. Раны и раневая инфекция: Руководство для врачей / под ред. М.И. Кузина, Б.М. Костюченко. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 1990. 432 с.
4. Ульянина А.А. Метод острого и дозированного тканевого растяжения в пластике обширных раневых дефектов мягких тканей: дис. ... канд. мед. наук : 14.00.27. Москва, 2006. 133 с.
5. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: Руководство для врачей / под ред. А.И. Крупаткина, В.В. Сидорова. М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. 256 с.
6. Казаков О.В. и др. Морфофункциональное исследование перфузии тканей при раневом воспалении мягких тканей бедра и лазерной терапии. Лазерная медицина. 2009. Т. 13. № 1. С. 10-14.
7. Жидков М.В., Васильев Н.С. Лазерная доплеровская флоуметрия в детской хирургической практике. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. С. 177-188.
8. Чемерис Н.К., Пискунова Г.М. Окклюзионная проба. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. С. 110-114.