

УДК 616.4-001.17:616.13/14:615.8

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ПРИ ДЕРМАЛЬНЫХ ОЖОГАХ

Подойницына М.Г., Цепелев В.Л., Степанов А.В.

Читинская государственная медицинская академия, Чита, e-mail: mgp12@mail.ru

Функциональное состояние микроциркуляторного русла нижних конечностей изучали методом чрескожной лазерной доплеровской флоуметрии лазерным анализатором капиллярного кровотока (ЛАКК-02, НПО ЛАЗМА, Россия) с использованием базового светового зонда в красном канале измерения у 18 пациентов с дермальными ожогами нижних конечностей. Установлено, что при дермальных ожогах состояние микроциркуляции изменяется в зависимости от периодов раневого процесса. На 5-е сутки после травмы снижается показатель микроциркуляции, возрастает миогенный тонус сосудов, уменьшаются максимальные амплитуды в миогенном, пульсовом и эндотелиальном диапазонах. На 8-е сутки увеличиваются все изучаемые показатели микроциркуляции, хотя и не достигают контрольных значений. На 11-е сутки отмечается повторное снижение исследуемых показателей, однако происходит повышение максимальных амплитуд в миогенном, эндотелиальном и нейрогенном диапазонах. Таким образом, дермальные ожоги вызывают стойкие изменения состояния микроциркуляторного русла.

Ключевые слова: дермальные ожоги, микроциркуляция, лазерная доплеровская флоуметрия

THE CHANGES ON MICROCIRCULATION IN PATIENTS WITH DERMAL BURNS

Podoynitsyna M.G., Tsepelev V.L., Stepanov A.V.

Chita State Medical Academy, Chita, e-mail: mgp12@mail.ru

Lower limbs microcirculatory blood flow was examined by percutaneous Laser Doppler Flowmetry with laser Doppler perfusion imager (LAKK-02, NPO «LAZMA», Russia) in red wavelength spectrum in 36 patients with dermal burns of the lower limbs. The main group consisted of 18 patients receiving both comprehensive and additional therapy. The latter included the exposure of the wounded surfaces to the flow of air plasma by apparatus «PLASON» and variable magnetic field frequency 50 Hz magnetic induction 30 mT by equipment MAG-30. Microcirculation in dermal burns was established to changes depending on the periods of wound healing. On Day 5 after the injury blood flow was depleted, its variability decreased, vascular tone increased. On Day 8 all studied parameters of microcirculation increased, although they didn't achieve control values. On Day 11 the studied parameters was noted to decrease again.

Keywords: dermal burns, microcirculation, Laser Doppler Flowmetry

Состояние микроциркуляторного русла является определяющим фактором в патогенезе ожоговой травмы. Объективная регистрация микроциркуляторных расстройств важна для оценки системных и регионарных нарушений гемодинамики, что является критерием жизнеспособности тканей [1]. С помощью неинвазивных методов невозможно в клинике изолированно оценить влияющие миогенные, нейрогенные и эндотелиальные компоненты тонуса микрососудов. Метод лазерной доплеровской флоуметрии в этом отношении является уникальным [2]. Несмотря на значительное количество работ по изучению периферической гемодинамики, показатели микроциркуляции и сосудистого тонуса у пациентов с дермальными ожогами недостаточно изучены.

Цель исследования – оценить состояние микроциркуляции при дермальных ожогах.

Материалы и методы исследования

Проведено исследование микроциркуляции у 18 пациентов с дермальными ожогами нижних конечностей (IIIА–IV ст.) площадью от 5 до 10% поверхности тела, в возрасте от 30 до 50 лет, получавших лечение в МУЗ «Городская клиническая больница № 1» г. Читы. Всем пострадавшим проводили

местное медикаментозное лечение ран, некрэктомию, аутодермопластику, а также общее лечение (инфузионную и антибактериальную терапию). Из исследования исключались пациенты с заболеваниями сосудов и нервов конечностей, сахарным диабетом, атеросклерозом нижних конечностей, гипертонической болезнью; больные с анаэробной инфекцией мягких тканей. Полученные данные сравнивались с результатами исследований, проведенных на 20 здоровых людях соответствующего возраста.

Для оценки состояния микроциркуляторного русла нами использован неинвазивный метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) с использованием аппарата ЛАКК-02 (НПП Лазма, Россия) [2]. Датчик устанавливали по передней поверхности проксимальной части I межплюсневой промежутка на пораженной и интактной конечностях. Обследование пациентов проводили в одно и то же время суток, при одинаковой температуре в помещении (21 °С). Перед исследованием пациенты не принимали пищу или напитки, не курили. Оценивался показатель микроциркуляции (М); среднеквадратичное отклонение (σ), отражающее среднюю модуляцию кровотока во всех частотных диапазонах, коэффициент вариации (Kv); индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ). С помощью вейвлет-анализа осцилляций кровотока устанавливались максимальные амплитуды колебаний эндотелиального (Аэ), нейрогенного (Ан), миогенного (Ам), дыхательного (Ад) и пульсового (Ас) диапазонов.

Статистическую обработку полученного материала проводили с использованием пакета Statistica 6.1 для Windows. Поскольку не все изучаемые показатели подчинялись нормальному закону распределения, применяли непараметрические методы: сравнение независимых выборок проводили с помощью критерия Манна – Уитни. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что на 5-е сутки с момента получения травмы у больных, получавших традиционное комплексное лечение, показатели микрокровотока значительно уменьшались относительно контрольных значений. Так, параметр M , характеризующий среднеарифметическое значение показателя микроциркуляции, снижался в 2 раза ($p < 0,001$); индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ) – 2,2 раза ($p < 0,001$) (табл. 1). Нарушение перфузии в этот период можно объяснить спазмом сосудов, а также выходом в кровеносное русло продуктов распада некротических тканей из зоны термического поражения, что негативно влияет как на сосудистую стенку капилляров и артериол, так и на ее проницаемость [7]. Вероятно, обнаруженные нами изменения микрокровотока связаны с активацией макрофагов и синтезом последними провоспалительных цитокинов, оказывающих спастическое действие на сосудистую стенку [5]. Параметр σ , отражающий среднее колебание перфузии относительно показателя микроциркуляции, уменьшался в 2,6 раза. Это свидетельствует об угнетении активных вазомоторных механизмов модуляции тканевого кровотока, а также преобладании в регуляции тонических симпатических влияний [4]. Показатель K_v , отражающий соотношение величин M и σ , уменьшался лишь в 1,2 раза. По всей видимости, роль активных механизмов регуляции сосудистого тонуса нижних конечностей не так существенна. В данный период исследования отмечено снижение показателя A_n и A_m в 1,4 и 1,7 раза соответственно ($p < 0,05$), что обусловлено повышением шунтового кровотока, которое связано с преобладанием миогенного тонуса сосудов за счет уменьшения симпатического звена регуляции. Максимальная амплитуда колебаний дыхательного диапазона увеличилась в 2,4 раза по сравнению с таковой у здоровых людей. Это может говорить о том, что в нижней конечности увеличился отек в тканях. Таким образом, у пострадавших с дермальными ожогами нижних конечностей после поражения снижалось кровенаполнение

в артериальной и венозной части системы микроциркуляции [3]. Очевидно, что у пациентов с данным видом патологии изменения состояния микроциркуляторного русла изначально имели большую выраженность, но в дальнейшем наблюдалась динамика к нормализации указанных показателей.

На 8-е сутки все изучаемые показатели микроциркуляции у пострадавших с дермальными ожогами нижних конечностей увеличивались, хотя и не достигали контрольных значений. Исключение составляли лишь максимальные амплитуды в нейрогенном, миогенном и дыхательном диапазонах. Показатели A_n и A_m были ниже контрольных значений в 1,8 и 1,9 раза соответственно ($p < 0,05$). Вследствие активации симпатической нервной системы, выброса катехоламинов и прочих гуморальных вазоконстрикторов уменьшается ток крови как по шунтам, так и в нутритивном русле. Амплитуда эндотелиальных колебаний по сравнению с аналогичными показателями контрольной группы уменьшалась в 1,5 раза ($p < 0,05$). Следовательно, воздействие тепла приводило к дисфункции эндотелия, нарушению синтеза и высвобождения из депо молекул, участвующих в регуляции сосудистого тонуса. Это говорит о наличии венозного застоя и отека тканей. В этом периоде идет активный ангиогенез, определяется высокая транспортная активность эндотелия вновь образованных капилляров, обеспечивающая высокие энергетические и пластические потребности регенерирующей ткани [1].

На 11-е сутки наблюдения отмечалось повторное снижение исследуемых показателей микрокровотока. Так, снижались показатель микроциркуляции в 1,6 раза ($p < 0,05$), параметр σ в 1,7 раза ($p < 0,01$) и индекс эффективности микроциркуляции в 1,8 раза ($p < 0,001$) по сравнению с контрольной группой (таблица). В исследуемой области при ожоговой травме нижних конечностей происходит возрастание как нейрогенного, так и миогенного сосудистого тонуса по сравнению с предыдущим сроком, однако разница статистически незначима. Максимальная амплитуда пульсовых колебаний снижалась относительно контроля в 1,4 раза ($p < 0,05$). Следует отметить, что амплитуда дыхательных колебаний оставалась на высоком уровне. Уменьшение перфузии, вероятно, связано со снижением пролиферативной активности камбиальных элементов всех структур кожи, уменьшением плотности капиллярной сети и транспортной функции эндотелия в данный период после травмы [6].

Показатели микроциркуляции у больных с дермальными ожогами, получавших традиционное лечение, Ме [25-й; 75-й]

Показатели	Контроль n = 20	Здоровая конечность n = 18	5-е сутки после травмы n = 18	8-е сутки после травмы n = 18	11-е сутки после травмы n = 18
М, пф. ед.	4,81 [3,43; 5,53]	4,65 [3,57; 5,41]	2,39 [1,65; 3,45] p < 0,001	3,58 [2,89; 4,75]	2,96 [2,11; 4,56] p < 0,05
σ, пф. ед.	0,76 [0,40; 1,79]	0,65 [0,57; 1,63]	0,29 [0,17; 1,40] p < 0,001	0,73 [0,53; 1,54]	0,44 [0,31; 1,41] p < 0,01
Кv, %	15,9 [10,15; 21,6]	13,9 [12,18; 19,45]	13,76 [6,32; 45,89]	18,12 [11,81; 36,10] p < 0,05	15,96 [7,85; 43,56]
ИЭМ	1,41 [0,97; 1,81]	1,39 [0,97; 1,81]	0,65 [0,50; 0,76] p < 0,001	0,87 [0,75; 1,13] p < 0,01	0,79 [0,65; 1,09] p < 0,001
Аэ, пф. ед.	0,34 [0,15; 0,65]	0,33 [0,12; 0,59]	0,27 [0,17; 0,48]	0,23 [0,17; 0,53] p < 0,05	0,32 [0,13; 0,59]
Ан, пф. ед.	0,35 [0,25; 0,42]	0,35 [0,24; 0,40]	0,25 [0,18; 0,56] p < 0,05	0,20 [0,15; 0,39] p < 0,05	0,31 [0,23; 0,44]
Ам, пф. ед.	0,25 [0,17; 0,39]	0,24 [0,15; 0,38]	0,15 [0,12; 0,27] p < 0,05	0,13 [0,13; 0,35] p < 0,05	0,16 [0,14; 0,29]
Ад, пф. ед.	0,25 [0,20; 0,39]	0,32 [0,23; 0,44]	0,61 [0,32; 0,85] p < 0,001	0,54 [0,26; 0,68] p < 0,01	0,44 [0,24; 0,64] p < 0,05
Ас, пф. ед.	0,26 [0,18; 0,57]	0,32 [0,21; 0,54]	0,12 [0,10; 0,29] p < 0,001	0,35 [0,22; 0,69]	0,18 [0,15; 0,45] p < 0,05

Пр и м е ч а н и е . n – число обследованных; p – уровень значимости различий по сравнению с контролем.

Выводы

1. На 5-е сутки после травмы обедняется кровоток, снижается его вариабельность, повышается сосудистый тонус. Снижаются показатель микроциркуляции, параметр σ, индекс эффективности микроциркуляции, максимальные амплитуды спектра колебаний в нейрогенном, миогенном и пульсовом диапазонах. Исключение составляет лишь максимальная амплитуда в дыхательном диапазоне.

2. На 8-е сутки увеличиваются показатели микрокровотока, такие как показатель микроциркуляции, ИЭМ, Кv, хотя и не достигают контрольных значений. В этот же период происходит снижение максимальных амплитуд в нейрогенном, миогенном, эндотелиальном и дыхательном диапазонах.

3. На 11-е сутки наблюдения после получения ожоговой травмы отмечается повторное снижение исследуемых показателей. Происходит уменьшение притока крови в артериальное русло, возрастание нейрогенного и миогенного компонентов сосудистого тонуса, снижение нутритивного и в меньшей степени шунтового кровотока.

Список литературы

1. Грибань П.А. Современные аспекты исследования микроциркуляции у больных с тяжелой термической травмой: дис. ... канд. мед. наук. – Владивосток, 2011. – С. 61–64.
2. Крупаткин А.И. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: рук-во для врачей / А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров. – М.: Медицина, 2005. – 256 с.
3. Подойницына М.Г. Применение магнитоплазменной терапии для подготовки ожоговых ран к дерматомной

пластике / М.Г. Подойницына, В.В. Крюкова, В.Л. Цепелев // Актуальные проблемы клинической и экспериментальной медицины: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 60-летию Читинской гос. мед. академии. – Чита, 2013. – С. 137–138.

4. Сизоненко А.В. Биорегулирующая терапия в комплексном лечении больных с тяжелыми ожогами / В.А. Сизоненко, В.Л. Цепелев // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2003. – Т. 36, № 1. – С. 55–58.

5. Степанов А.В. Влияние синтетических пептидов сумки Фибрициуса на функциональную активность макрофагов [Электронный ресурс] / А.В. Степанов, В.Л. Цепелев // Забайкальский медицинский вестник. – 2014. – № 2. – С. 44–47. – Режим доступа: <http://medacadem.chita.ru/zmv> (дата обращения: 25.05.2015).

6. Цепелев В.Л. Механизмы действия регуляторных пептидов при иммунодефицитных состояниях и воспалении: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Чита, 2003. – 40 с.

7. Шаповалов К.Г. Оптимизация компонентов регуляции сосудистого тонуса и состояния микроциркуляторного гемостаза на фоне продленной регионарной блокады при местной холодовой травме / К.Г. Шаповалов, Е.Н. Бурдинский, А.В. Степанов // Анестезиология и реаниматология. – 2008. – № 3. – С. 20–22.

References

1. Griban P.A. *Sovremennye aspekty issledovanija mikrocirkuljacii u bolnyh s tjazhelej termicheskoj travmoj*: dis. ... kand. med. nauk. Vladivostok, 2011. pp. 61–64.

2. Krupatkina A.I., Sidorov V.V. *Lazernaja doplerovskaja floumetrija mikrocirkuljacii krovi* (Laser Doppler flowmetry blood microcirculation): a guide for physician. Moscow: JSC «Publishing house «Medicine», 2005. 256 p.

3. Podoynitsyna M.G., Krukova V.V., Tsepelev V.L. *Primenenie magnitoplazmennoj terapii dlja podgotovki ozhogovyh ran k dermatomnoj plastike* (The application of magnetoplasma therapy for the preparation of burn wounds to dermatomnoy plastic). *Aktualnye problemy klinicheskoj i jeksperimentalnoj*

mediciny: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvjashh. 60-letiju Chitinskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii (Actual problems of clinical and experimental medicine. Materials of the National scientific-practical conference with international participation, dedicated to the 60th anniversary of the Chita State Medical Academy). Chita, 2013, pp. 137–138.

4. Shapovalov K.G., Burdinskiy E.N., Stepanov A.V. *Optimizacija komponentov reguljacii sosudistogo tonusa i sostojanija mikrocirkuljatornogo gemostaza na fone prodlennoj regionalnoj blokady pri mestnoj holodovoj travme* (Optimizing components regulation of vascular tone and condition of microcirculatory hemostasis extended regional blockade with local cold injury). *Anesthesiology and Reanimatology*, 2008, no. 3, pp. 20–22.

5. Sizonenko V.A., Tsepelev V.L. *Bioregulirujushhaja terapija v kompleksnom lechenii bolnyh s tjazhelymi ozhogami* (Bioregulatory therapy in the treatment of patients with severe burns). *Siberian Medical Journal (Irkutsk)*, 2003, Vol. 36, no. 1, pp. 55–58.

6. Stepanov A.V., Tsepelev V.L. *Vlijanie sinteticheskikh pептидов сумки Fibriciusa na funkcionalnuju aktivnost makrofagov* (Influence of synthetic peptides Fibritsiusa bag on the functional activity of macrophages). *Zabaikalskii Medical Vestnik*, 2014, no 2, pp. 44–47.

7. Tsepelev V.L. Mechanisms of action of regulatory peptides with immunodeficiency and inflammation. *Doct. Diss. Med. Sci.*, Chita, 2003. 40 p.

Рецензенты:

Цыбиков Н.Н., д.м.н., профессор, зав. кафедрой патологической физиологии, ГОУ ВПО «Читинская государственная медицинская академия», г. Чита;

Мироманов А.М., д.м.н., зав. кафедрой травматологии и ортопедии, ГОУ ВПО «Читинская государственная медицинская академия», г. Чита.