

Влияние магнитоплазменной терапии на микроциркуляцию у больных с дермальными ожогами

М.Г. ПОДОЙНИЦЫНА, В.Л. ЦЕПЕЛЕВ, А.В. СТЕПАНОВ

Читинская государственная медицинская академия, г. Чита, Российская Федерация, ул. Горького, 39А, 672090

Актуальность В настоящее время летальность пострадавших от глубоких ожогов кожи остается на высоком уровне, несмотря на проводимые лечебные мероприятия. Этот факт говорит о том, что необходимо усовершенствование существующих и поиск новых методов лечения ожоговых ран.

Цель Оценить влияние магнитоплазменной терапии на состояние микроциркуляции при дермальных ожогах.

Материалы и методы Функциональное состояние микроциркуляторного русла нижних конечностей изучали методом чрезкожной лазерной доплеровской флоуметрии лазерным анализатором капиллярного кровотока (ЛАКК – 02, НПО «ЛАЗМА», Россия) с использованием базового светового зонда в красном канале измерения у 36 пациентов с дермальными ожогами нижних конечностей. Основную группу составили 18 пострадавших, которым дополнительно к комплексному лечению на раневую поверхность одновременно воздействовали потоком воздушной плазмы аппаратом «Плазон» и переменным магнитным полем частотой 50 Гц с магнитной индукцией 30 мТл с применением аппарата МАГ-30.

Результаты и их обсуждение Установлено, что при дермальных ожогах состояние микроциркуляции изменяется в зависимости от периодов раневого процесса. На 5-е сутки после травмы обедняется кровоток, снижается его вариабельность, повышается сосудистый тонус. На 8-е сутки увеличиваются все изучаемые показатели микроциркуляции, хотя и не достигают контрольных значений. На 11-е сутки отмечается повторное снижение исследуемых показателей. У пациентов, дополнительно получавших магнитоплазменную терапию, во все сроки исследования наблюдалось увеличение показателей микроциркуляции.

Выводы Магнитоплазменная терапия способствует улучшению микроциркуляции в ожоговой ране, что выражается в увеличении показателя микроциркуляции, среднеквадратичного отклонения колебаний кровотока, коэффициента вариации кровотока, а также индекса эффективности микроциркуляции.

Ключевые слова: дермальные ожоги, микроциркуляция, лазерная доплеровская флоуметрия, магнитоплазменная терапия.

The influence of magnetoplasma therapy on microcirculation in patients with dermal burns

M.G. PODOYNITSYNA, V.L. TSEPELEV, A.V. STEPANOV

Chita State Medical Academy, Chita, Russian Federation, Gorky str., 39A, 672090

Despite therapeutic measures deep burns of skin continue to be associated with high mortality. This fact testifies that it is necessary to improve existing methods of treatment of burn wounds and find ones.

The purpose of this article is evaluation magnetoplasma therapy efficacy on microcirculation in dermal burns.

Materials and methods 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.

Results 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. Patients receiving additional magnetoplasma therapy in all periods research had an increase in microcirculation.

Conclusion Magnetoplasma therapy improves microcirculation in the burn wound, it contributes to the increase microcirculation index, blood flow oscillations standard deviation, coefficient of blood flow variation, as well as the efficacy index of microcirculation.

Keywords: dermal burns, microcirculation, Laser Doppler Flowmetry, magnetoplasma therapy.

Несмотря на значительные успехи, достигнутые в последние годы в лечении глубоких ожогов кожи, летальность пострадавших остается высокой, последствия перенесенной травмы тяжелыми, нередко требующими выполнения сложных реконструктивно-восстановительных операций [4]. Все это дикту-

ет необходимость дальнейшего совершенствования существующих методов лечения ожоговых ран. Значительное место в комплексном лечении отводится физическим методам, направленным на скорейшее очищение ран от микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, некротических тканей, а также

подготовку ран к дерматомной пластике [2, 4]. Перспективным направлением является разработка комбинированных способов физического воздействия на рану. Высокую клиническую эффективность показал метод магнитоплазменной терапии (МПТ), основанный на комбинированном одновременном воздействии низкотемпературной воздушной плазмы и переменного электромагнитного поля [5]. Однако данных по лечению ожоговых ран этим методом в литературе крайне мало, многие аспекты использования МПТ до сих пор не раскрыты. В частности, не изучено влияние МПТ на показатели микроциркуляции.

Цель исследования - оценить влияние магнитоплазменной терапии на состояние микроциркуляции при дермальных ожогах.

Материалы и методы

Проведено исследование микроциркуляции у 36 пациентов с дермальными ожогами нижних конечностей (ША-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. Чить». Всем пострадавшим проводили местное медикаментозное лечение ран, некрэктомию, аутодермопластику, а также общее лечение (инфузионную и антибактериальную терапию). Пациенты были разделены на 2 группы. Основную группу составили 18 пострадавших, которым дополнительно к комплексному лечению на раневую поверхность одновременно воздействовали потоком воздушной плазмы аппаратом «Плазон» и переменным магнитным полем частотой 50 Гц с магнитной индукцией 30 мТл с применением аппарата МАГ-30. Магнитоплазменная терапия использовалась для воздействия на ожоговую поверхность по 2-5 минут в зависимости от площади поражения в течение 7-10 дней с момента получения ожога. Группа клинического сравнения – больные, получавшие традиционное общее и местное лечение (18 пациентов). Пациенты обеих групп были сопоставимы по возрасту, полу, характеру и площади поражения. 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.

Изучение параметров микроциркуляторного русла проводили неинвазивным методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) с использованием аппарата ЛАКК-02 (НПП «Лазма», Россия) [3]. 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°C). 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 (Кv); индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ). С помощью вейвлет-анализа осцилляций кровотока устанавливался показатель шунтирования (ПШ).

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, для парных признаков применяли критерий Вилкоксона. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Установлено, что на 5-е сутки с момента получения травмы у больных, получавших традиционное комплексное лечение, показатели микроциркуляции значительно уменьшались относительно контрольных значений. Так, параметр М, характеризующий среднеарифметическое значение показателя микроциркуляции, снижался в 2,1 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 [6]. Параметр σ , отражающий среднее колебание перфузии относительно показателя микроциркуляции, уменьшался в 2,6 раза ($p < 0,001$). Это свидетельствует об угнетении активных вазомоторных механизмов модуляции тканевого кровотока, а также преобладании в регуляции тонических симпатических влияний. Коэффициент вариации (Кv), отражающий соотношение величин М и σ , уменьшался лишь на 14%. В данный период исследования отмечено повышение показателя шунтирования (ПШ) 24% ($p < 0,05$), что обусловлено поступлением значительного объема крови по шунтовому руслу, это связано с преобладанием миогенного тонуса сосудов за счет уменьшения симпатического звена регуляции.

На 8-е сутки увеличивались все изучаемые показатели микроциркуляции, хотя и не достигали контрольных значений (табл.1). Исключение составляли лишь ПШ, который достиг уровня, регистрируемого у здоровых добровольцев. 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 микроциркуляции (табл.1). Уменьшение перфузии, вероятно, связано

Таблица 1

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

Показатели	Контроль n=20	Здоровая ко- нечность 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<0,05
Кв,%	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
ППШ	1,44 [1,27; 1,61]	1,46 [1,30; 1,62]	1,89 [1,53; 2,07] p<0,05	1,40 [1,18; 1,65]	1,95 [1,62; 2,17] p<0,05

Примечание: n - число обследованных; p - уровень значимости различий по сравнению с контролем.

Table 1

Microcirculation in patients with dermal burns treated with traditional treatment, Me [25-й; 75-й]

Index	Control group n=20	Healthy limb n=18	Day 5 after injury n=18	Day 8 after injury n=18	Day 11 after injury n=18
M, PU	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, PU	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<0,05
Kv,%	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
ППШ	1,44 [1,27; 1,61]	1,46 [1,30; 1,62]	1,89 [1,53; 2,07] p<0,05	1,40 [1,18; 1,65]	1,95 [1,62; 2,17] p<0,05

Notes: n - number of patients under study; p - level of significance of differences compared with the control group.

со снижением пролиферативной активности камбиальных элементов всех структур кожи, уменьшением плотности капиллярной сети и транспортной функции эндотелия в данный период после травмы. Показатель шунтирования превысил контрольные значения на 26% (p<0,05). Это означает снижение нейрогенного тонуса сосудов и повышение амплитуды нейрогенных колебаний.

У пациентов, дополнительно получавших магнитоплазменную терапию, во все сроки исследования наблюдалось увеличение показателей микроциркуляции. Это связано с расширением мелких сосудов и

капилляров в ожоговой ране, улучшением текучести крови и понижением тромбообразования в мелких сосудах раны под действием оксида азота. Так, на 5-е сутки исследования параметры М, σ и ИЭМ увеличивались в 1,4; 1,6; 1,4 раза соответственно (p<0,001), по отношению к группе клинического сравнения. Аналогичная тенденция наблюдалась и в другие сроки исследования (табл. 2). Значение ИЭМ на 8-е и 11-е сутки увеличивалось на 49% и 44% соответственно (p<0,001; p<0,001). Интересно отметить, что на 11-е сутки после травмы у пострадавших, которым проводилась магнитоплазменная терапия, отмечалось уменьшение по-

Таблица 2

Показатели микроциркуляции у больных с дермальными ожогами кожи, получавших МПТ, 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]	4,79 [3,21; 5,32]	3,24 [2,67; 4,81] p<0,05 p ₁ <0,001	4,32 [3,76; 5,34] p ₁ <0,001	3,98 [3,24; 5,89] p<0,05 p ₁ <0,001
σ, пф. ед	0,76 [0,40; 1,79]	0,71 [0,40; 3,79]	0,45 [0,35; 3,56] p<0,01 p ₁ <0,001	0,84 [0,67; 4,03] p ₁ <0,05	0,74 [0,56; 3,73] p ₁ <0,001
Кv,%	15,9 [10,15; 21,6]	14,8 [11,15; 21,6]	13,89 [7,18; 46,88]	19,44 [9,71; 57,14] p<0,05	18,59 [9,54; 56,32] p<0,05 p ₁ <0,05
ИЭМ	1,41 [0,97; 1,81]	1,41 [0,97; 1,81]	0,88 [0,68; 1,25] p<0,01 p ₁ <0,01	1,30 [0,87; 1,79] p ₁ <0,001	1,14 [0,82; 1,70] p ₁ <0,001
ППШ	1,44 [1,27; 1,61]	1,46 [1,30; 1,62]	1,52 [1,21; 1,81] p ₁ <0,05	1,42 [1,17; 1,45]	1,48 [1,04; 1,69] p ₁ <0,05

Примечание: n - число обследованных; p - уровень значимости различий по сравнению с контролем; p₁ - уровень значимости различий показателей у больных, получавших лечение без применения и с применением МПТ.

Table 2

Microcirculation in patients with dermal skin burns treated with MPT, Me [25-й; 75-й]

Index	Control group n=20	Healthy limb n=18	Day 5 after injury n=18	Day 8 after injury n=18	Day 11 after injury n=18
M, PU	4,81 [3,43; 5,53]	4,79 [3,21; 5,32]	3,24 [2,67; 4,81] p<0,05 p ₁ <0,001	4,32 [3,76; 5,34] p ₁ <0,001	3,98 [3,24; 5,89] p<0,05 p ₁ <0,001
σ, PU	0,76 [0,40; 1,79]	0,71 [0,40; 3,79]	0,45 [0,35; 3,56] p<0,01 p ₁ <0,001	0,84 [0,67; 4,03] p ₁ <0,05	0,74 [0,56; 3,73] p ₁ <0,001
Kv,%	15,9 [10,15; 21,6]	14,8 [11,15; 21,6]	13,89 [7,18; 46,88]	19,44 [9,71; 57,14] p<0,05	18,59 [9,54; 56,32] p<0,05 p ₁ <0,05
ИЭМ	1,41 [0,97; 1,81]	1,41 [0,97; 1,81]	0,88 [0,68; 1,25] p<0,01 p ₁ <0,01	1,30 [0,87; 1,79] p ₁ <0,001	1,14 [0,82; 1,70] p ₁ <0,001
ППШ	1,44 [1,27; 1,61]	1,46 [1,30; 1,62]	1,52 [1,21; 1,81] p ₁ <0,05	1,42 [1,17; 1,45]	1,48 [1,04; 1,69] p ₁ <0,05

Notes: n - number of patients under study; p - level of significance of differences compared with the control group; p₁ - the level of significance of differences parameters in patients treated and untreated with MPT.

казателя шунтирования на 24% ($p < 0,05$). Полученные данные свидетельствуют о том, что МПТ приводит к уменьшению нейрогенного тонуса и увеличению амплитуды миогенных колебаний сосудов. Таким образом, МПТ улучшает микроциркуляцию при дермальных ожогах за счет повышения миогенной активности гладкомышечных клеток артериол и прекапилляров. После применения МПТ увеличивался коэффициент вариации, что свидетельствует о возрастании роли активных механизмов регуляции на фоне метаболических изменений и тканевой гипоксии.

Выводы

1. При дермальных ожогах состояние микроциркуляции изменяется в зависимости от периодов ране-

Список литературы

1. Грибань П.А. Современные аспекты исследования микроциркуляции у больных с тяжелой термической травмой: Дис. канд. мед. наук. Владивосток, 2011; 61-64.
2. Знаменский Г.М., Скворцов Ю.Р. Первый опыт применения аппарата «Плазон» в лечении ожогов и ран. Сб. науч. трудов II съезда комбустиологов России, 2-5 июня 2008 г. - М., 2008; 225.
3. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: Рук-во для врачей. - М.: Медицина, 2005; 256.
4. Крылов К.М., Крылов П.К. Современные возможности местного лечения ожогов. Амбулаторная хирургия. Стационарозамещающие технологии. 2010; 1: 30-35.
5. Подойницына М.Г., Крюкова В.В., Цепелев В.Л. Применение магнитоплазменной терапии для подготовки ожоговых ран к дерматомной пластике. В книге: Актуальные проблемы клинической и экспериментальной медицины. Матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 60-летию Читинской государственной медицинской академии. - Чита 2013; 137-138.
6. Цепелев В.Л., Сизоненко В.А. Биорегулирующая терапия в комплексном лечении больных с тяжелыми ожогами. Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2003; 36: 1: 55-58.
7. Шаповалов К.Г., Бурдинский Е.Н., Степанов А.В. Оптимизация компонентов регуляции сосудистого тонуса и состояния микроциркуляторного гемостаза на фоне пролонгированной регионарной блокады при местной холодовой травме. Анестезиология и реаниматология. 2008; 3: 20-22.

Поступила 17.08.14

Информация об авторах

1. Подойницына М.Г. – аспирант кафедры госпитальной хирургии Читинской государственной медицинской академии; e-mail: mgp12@mail.ru
2. Цепелев В.Л. – д.м.н., проф. кафедры госпитальной хирургии Читинской государственной медицинской академии.
3. Степанов А.В. – д.м.н., зав. кафедрой безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф Читинской государственной медицинской академии.

вого процесса. На 5-е сутки после травмы обедняется кровоток, снижается его вариабельность, повышается сосудистый тонус. На 8-е сутки увеличиваются все изучаемые показатели микрокровотока, хотя и не достигают контрольных значений. На 11-е сутки наблюдения отмечается повторное снижение исследуемых показателей.

2. После применения магнитоплазменной терапии наблюдается улучшение микрокровотока в ожоговой ране, что выражается в увеличении показателя микроциркуляции, среднеквадратичного отклонения колебаний кровотока, коэффициента вариации кровотока, а также индекса эффективности микроциркуляции.

References

1. Griban P.A. Sovremennye aspekty issledovaniya mikrotsirkulyatsii u bol'nykh s tyazhelyy termicheskoj travmoy [Modern aspects of the study of microcirculation in patients with severe thermal injury]. Cand. Diss. Med. Sci.: 14.01.17. P.A. Griban. Vladivostok, 2011; 61-64 (in Russ.).
2. Znamenskiy G.M., Skvorcov U.R. Pervyy opyt primeneniya apparata «Plazon» v lechenii ozhogov i ran. Sb. nauch. trudov II s'ezda kombustiologov Rossii [The first experience apparatus application "PLASON" in the treatment of burns and wounds. Collection of Scientific Papers II Congress combustiologists Russia, 2-5 June 2008]. - Moscow, 2008; 225 (in Russ.).
3. Krupatkin A.I., Sidorov V.V. Lazernaya doplerovskaya floumetriya mikrotsirkulyatsii krovi: Ruk-vo dlya vrachey [Laser Doppler flowmetry blood microcirculation. A guide for physicians under ed. A.I. Krupatkin, V.V. Sidorov]. Moscow: JSC "Publishing house "Medicine", 2005; 256 (in Russ.).
4. Krylov K.M., Krylov P.K. Sovremennye vozmozhnosti mestnogo lecheniya ozhogov. Ambulatoynaya khirurgiya. Stacionarozameshchayushchie tekhnologii [Modern possibilities of the local treatment of burns. Ambulatory surgery]. 2010; 1: 30-35 (in Russ.).
5. Podoynitsyna M.G., Krukova V.V., Tsepelev V.L. Primenenie magnitoplazmennoy terapii dlya podgotovki ozhogovykh ran k dermatomnoy plastike. V knige: Aktual'nye problemy klinicheskoy i eksperimental'noy meditsiny [The application of magnetoplasma therapy for the preparation of burn wounds to dermatome plastic. 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; 137-138 (in Russ.).
6. Tsepelev V.L., Sizonenko V.A. Bioreguliruyushchaya terapiya v kompleksnom lechenii bol'nykh s tyazhelymi ozhogami. Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk) [Bioregulatory therapy in the treatment of patients with severe burns. Siberian Medical Journal (Irkutsk)]. 2003; 36: 1: 55-58 (in Russ.).
7. Shapovalov K.G., Burdinskiy E.N., Stepanov A.V. Optimizatsiya komponentov regulyatsii sosudistogo tonusa i sostoyaniya mikrotsirkulyatornogo gemostaza na fone prodlennoy regionalnoy blokady pri mestnoy kholodovoy travme. Anesteziologiya i reanimatologiya [Optimizing components regulation of vascular tone and condition of microcirculatory hemostasis extended regional blockade with local cold injury. Anesthesiology and Reanimatology]. 2008; 3: 20-22 (in Russ.).

Information about the Authors

1. Podoynitsyna M.G. - post-graduate student of the chair of hospital surgery Chita State Medical Academy; e-mail: mgp12@mail.ru
2. Tsepelev V.L. - MD, Prof., Department of Hospital Surgery Chita State Medical Academy.
3. Stepanov A.V. - MD, Head of Department of Life Safety and Medicine of Catastrophes Chita State Medical Academy.