

ДИАГНОСТИКА НАРУШЕНИЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ПРИ ПЕРЕСАДКЕ СЛОЖНЫХ ЛОСКУТОВ У ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЗРЫВНОЙ ТРАВМЫ

Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В. К. Гусака
(Украина, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, Ленинский пр., д. 47);
Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького
(Украина, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, пр. Ильича, д. 13)

Оценена эффективность диагностики нарушений микроциркуляции, осуществляемой с помощью лазерной доплеровской флоуметрии, при пересадке кровоснабжаемых лоскутов на временной питающей ножке у пострадавших при взрывах метаноугольной смеси. В Донецком ожоговом центре для исследования микроциркуляции в лоскуте у 10 пострадавших применен метод лазерной доплеровской флоуметрии. Виды оперативных вмешательств: пластика дефекта кисти паховым лоскутом – 3 пострадавших, пластика кисти кожно-жировым лоскутом передней брюшной стенки – 3 больных, пластика дефекта голени ротационным мышечным лоскутом икроножной мышцы – 2 пациента, кожно-фасциальным лоскутом голени – 2 пациента. В 4 случаях выявлено снижение показателя микроциркуляции. Дополнительная иммобилизация позволила уменьшить перегиб сосудистой ножки и улучшить показатель перфузии до нормы. В двух случаях (ротационный лоскут икроножной мышцы) через 48 ч выявлены участки без перфузии, проведенная своевременно коррекция лоскута предотвратила развитие гнойно-некротических осложнений. При решении вопроса о времени отсечения питающей ножки в одном случае с паховым лоскутом и в двух случаях с кожно-жировыми лоскутами живота 2-й этап пластики откладывался до достижения нормальных показателей микроциркуляции во время 3-часовой тренировки лоскута. Таким образом, лазерная доплеровская флоуметрия является эффективным методом неинвазивной оценки микроциркуляции лоскута на питающей ножке в послеоперационном периоде, позволяет точно диагностировать на ранних этапах сосудистые нарушения, правильно планировать срок отсечения питающей ножки лоскута.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, взрывная травма, лазерная доплеровская флоуметрия, нарушение микроциркуляции, сложный лоскут.

Введение

По официальным данным, в 2000–2014 гг. в России произошли 702 чрезвычайные ситуации (ЧС), связанные со взрывами, в том числе 110 ЧС были в результате взрывов в зданиях, на коммуникациях, технологическом оборудовании промышленных и сельскохозяйственных объектов. В общей сложности в указанных ЧС погибли 2322 человека и пострадали 10358 человек, в том числе в результате взрывов на промышленных и сельскохозяйственных объектах – 713 и 1799 человек соответственно [1]. Наиболее масштабными являются взрывы при техногенных ЧС в шахтах. Подробно эпидемиология взрывных травм мирного времени в России представлена в публикации [5].

Метановоздушная смесь взрывается при температуре газов 650–700 °С. Наибольшей силы взрыв метана приобретает при концентрации метана 9,5% [2]. При взрыве в возду-

хе взрывные газы, интенсивно расширяясь, распространяются во все стороны и образуют зону сжатого и разогретого воздуха (зона или волна сжатия). Взрывоопасным агентом, загрязняющим шахтную атмосферу, является также угольная пыль, образующаяся на многих этапах производственного процесса. Наибольшей силы взрыв происходит при содержании в 1 м³ воздуха 300–400 г угольной пыли, воспламеняющейся при температуре окружающей среды 700–900 °С. Температура пламени при взрыве метановоздушной смеси может мгновенно достичь 2650 °С, а при горении угольной пыли – 2500 °С [4]. Таким образом, шахтная травма при авариях, осложненных взрывами метана, в подавляющем количестве случаев имеет 3 основных поражающих фактора [4]:

– термический – пламя взрыва и/или пожар в сочетании с высокой температурой окружающей среды;

Фисталь Эмиль Яковлевич – д-р мед. наук проф., директор Ин-та неотложной и восстановительной хирургии им. В. К. Гусака, зав. каф. комбустиологии и пластической хирургии Донец. нац. мед. ун-та им. М. Горького (Украина, 283045, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, Ленинский пр., д. 47); e-mail: burncenter@mail.ru;

Солошенко Виталий Викторович – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. Ин-та неотложной и восстановительной хирургии им. В. К. Гусака (Украина, 283045, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, Ленинский пр., д. 47); e-mail: burncenter.vs@gmail.com.

– механический – ударная волна, усиленная в замкнутом пространстве (переломы, ушибы, баротравма);

– химический – продукты горения угля, а также спонтанное выделение вредных газов.

Данные факторы обуславливают тяжелую комбинированную травму, сопровождающуюся обширными и глубокими ожогами, механическими поражениями, затрагивающими глубокие анатомические структуры в функционально-важных областях.

При оказании помощи пострадавшим при взрывах метаноугольной смеси выполняли операции по удалению погибших тканей (некрэктомии), а также проводили восстановление кожного покрова (аутодермотрансплантации, различные варианты итальянской пластики). В функционально-важных зонах использовали лоскуты на сосудистой ножке. Наиболее частым опасным осложнением после пересадки или транспозиции сложных лоскутов и комплексов тканей является нарушение кровообращения. В течение нескольких часов это осложнение может привести к гибели пересаженных тканей и в дальнейшем – к частичному или полному некрозу лоскута. Поэтому в раннем послеоперационном периоде используют различные методы мониторингового наблюдения.

Метод диагностики микроциркуляции должен быть прост в использовании и информативен, этим требованиям отвечает лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ). В отличие от доплеровских ультразвуковых методов диагностики, с помощью которых исследуют кровотоки в магистральных сосудах, применение зондирующего излучения, как более коротковолнового, позволяет получить отраженный сигнал наибольшей амплитуды из более тонкого слоя, около 1 мм, который содержит структуры микроциркуляторного русла кровообращения: артериолы, терминальные артериолы, капилляры, посткапиллярные вены, вены и артериоловенозные анастомозы [3].

По данным литературы, для изучения состояния микроциркуляции используются инвазивные и неинвазивные методы: ангиография, термография, симптом «бледного пятна», ЛДФ и др. ЛДФ зарекомендовала себя как наиболее быстрый и достоверный способ диагностики нарушений микроциркуляции при термической, термомеханической травме и ее последствиях [6–9]. Метод ЛДФ получил широкое развитие благодаря циклу работ, выполненных в период 1977–1985 гг.

несколькими исследовательскими коллективами. Первый коммерческий прибор, реализующий принципы метода ЛДФ, был создан шведской группой исследователей (G. E. Nilsson, T. Tenland, P. A. Oberg) в 1982 г. Обладая высокой чувствительностью к изменениям микрогемодинамической ситуации в сосудистом русле, метод ЛДФ имеет неоспоримое преимущество перед другими методиками исследования микроциркуляции оценивать состояние функционирования механизмов управления кровотоком [3].

Цель работы – оценить эффективность диагностики нарушений микроциркуляции при пересадке кровоснабжаемых лоскутов на временной питающей ножке у пострадавших при взрывах метаноугольной смеси, осуществляемой с помощью ЛДФ.

Материал и методы

В Донецком ожоговом центре для исследования микроциркуляции использовали метод ЛДФ при помощи анализатора капиллярного кровотока «ЛАКК-02» (НПО «Плазма», Россия), имеющий 3 гибких световода, из которых по одному идет сигнал лазера к изучаемому объекту, по двум другим – ответный выходной сигнал. При взаимодействии с тканью в отраженном сигнале возникает составляющая, обусловленная отражением от движущихся эритроцитов, пропорциональная скорости их движения (эффект Допплера). На выходе анализатора формируется сигнал, показатель микроциркуляции. В результате компьютерной обработки получается кривая ЛДФ, которая характеризует изменение потока крови в системе микроциркуляции в единицу времени [в мл/мин · 100 г ткани, или в перфузионных единицах (ед.)] [3]. Снижение показателя микроциркуляции свидетельствует о снижении потока эритроцитов в единице объема ткани за данное время.

Метод ЛДФ в Донецком ожоговом центре применили 10 пострадавшим в результате взрывов метаноугольной смеси в шахте, которым выполнили пластическое закрытие раневых дефектов кровоснабжаемыми лоскутами, имеющими осевой и неосевой кровоток. У всех пострадавших оперативные вмешательства осуществляли для пластики субфасциальных дефектов после комбинированной термомеханической травмы. Возраст пациентов колебался от 21 до 55 лет.

Выполнили следующие оперативные вмешательства: пластику дефекта кисти паховым лоскутом – 3 пациентам, пластику дефекта

кисти кожно-жировым лоскутом передней брюшной стенки на широкой питающей ножке – 3, пластику дефекта голени ротационным мышечным лоскутом медиальной головки икроножной мышцы – 2, пластику дефекта голени кожно-фасциальным лоскутом (итальянская пластика с контралатеральной конечности) – 2 пострадавшим.

Для оценки нарушения микроциркуляции изучили нормальные значения параметра микроциркуляции в интересующих зонах у 10 здоровых мужчин соответствующего возраста. Показатель микроциркуляции в проекции пахового лоскута составлял $(3,17 \pm 1,60)$ ед., в области латеральных флангов передней брюшной стенки – $(3,24 \pm 1,64)$ ед., в средней $\frac{1}{3}$ голени – $(2,36 \pm 1,12)$ ед.

У всех пострадавших исследование микроциркуляции производили через 2 ч после выполнения оперативного вмешательства, на следующие сутки после операции и через 48 ч, дальнейшие исследования проводили перед следующим этапом пластики (рис. 1).

В процессе пересадки лоскута на временной питающей ножке для подготовки к заключительному этапу проводили тренировку лоскута через 7–10 сут после 1-го этапа пластики. Кратковременная гипоксия способствовала процессу неоангиогенеза. Тренировку осуществляли путем многократного пережатия кишечным жомом (или другим способом) питающей ножки лоскута сначала на 15 мин (6 раз/сут), на следующий день – на 30 мин (4 раз/сут), впоследствии время пережатия увеличивали до 3 ч.

Затем проводили контроль микроциркуляции в центре лоскута и около зоны пережатия по истечении 3-го часа. ЛДФ-грамму записывали в течение 1 мин, для сравнения исполь-

зовали среднее арифметическое значение полученных числовых значений. В течение нескольких пробных записей ЛДФ-граммы выявляли возможные артефакты, связанные с тремором конечности, дыхательными движениями. Сначала записывали ЛДФ-грамму до пережатия питающей ножки лоскута и затем после 3 ч пережатия (питающая ножка пережата). Сравнивали полученные значения показателя микроциркуляции. Если показатель микроциркуляции не изменялся после пережатия или уменьшался не более чем на 30 % – на следующие сутки планировали отсечение питающей ножки лоскута (2-й этап итальянской пластики).

Результаты и их анализ

Исходя из видов перечисленных операций, все лоскуты с осевым и неосевым кровотоком имели питающую ножку, поэтому в послеоперационном периоде уже через 2 ч после операции изучали состояние микроциркуляции в лоскуте, которое могло быть нарушенным в результате перегиба питающей ножки лоскута. В 4 случаях, несмотря на визуальное адекватное кровоснабжение лоскута, выявлено снижение показателя микроциркуляции. Это наблюдалось у 2 пациентов при пересадке кожно-фасциальных лоскутов голени – показатели микроциркуляции составили 0,4 и 0,6 ед. Дополнительная гипсовая иммобилизация ног позволила уменьшить перегиб сосудистой ножки и, тем самым, улучшить перфузию в лоскуте до нормальных цифр – $(2,36 \pm 1,12)$ ед. Благодаря своевременной диагностике удалось избежать повторной операции, связанной с коррекцией лоскута еще у 2 пациентов. У 1 пациента после 1-го этапа итальянской пластики паховым лоскутом и у 1 – кожно-жировым лоскутом передней брюшной стенки выявлено снижение показателя перфузии до 0,3 ед. Своевременное позиционирование конечности и внутривенное введение спазмолитиков и реологических препаратов позволили прекратить ангиоспазм и, тем самым, нормализовать показатели микроциркуляции.

В 2 случаях, где для пластики раневого дефекта использовали ротационный мышечный лоскут одной из головок икроножной мышцы, сверху мышцу укрывали расщепленным аутодермотрансплантатом. Исследование проводили через пересаженный на мышцу расщепленный аутодермотрансплантат толщиной 0,3 мм. Показатели микроциркуляции через 2 ч после операции и на 2-е сутки были



Рис. 1. Процесс регистрации ЛДФ-граммы в дистальной части пахового лоскута спустя 48 ч после операции.

выше нормальных и составляли 4,76 и 4,23 ед. Однако при исследовании через 48 ч выявлено отсутствие перфузии на некоторых участках, что было обусловлено фрагментарным некрозом мышечных волокон и формированием гематом. Проведенная на следующий день своевременная коррекция лоскута предотвратила развитие гнойно-некротических осложнений (рис. 2).

Наиболее интересным оказалось применение ЛДФ в решении вопроса об объективизации срока выполнения заключительного этапа итальянской кожной пластики. Когда отсекать питающую ножку? В процессе тренировки пахового лоскута путем пережатия сосудистой ножки после 1-го этапа оперативного вмешательства время ее пережатия составило 3 ч. В 1 случае лоскут был теплый к окончанию периода тренировки, однако отмечалась некоторая синюшность в области проксимальной части, т. е. в части лоскута, прилегающей к сосудистой ножке.

При выполнении ЛДФ в дистальной части лоскута показатель микроциркуляции колебался от 4,5 до 7,1 ед. Это свидетельствовало о перестройке кровоснабжения лоскута и развитии викарной гиперперфузии в ответ на гипоксию. Однако в проксимальной $\frac{1}{3}$ лоскута показатель микроциркуляции уменьшился до 0,6–0,8 ед. Предполагалось недостаточное приживание проксимальной $\frac{1}{3}$ лоскута, и исследование повторили через 3 сут. При этом показатель ЛДФ на всей площади лоскута после 3-часового пережатия до снятия зажима колебался от 2,9 до 4,8 ед. После 2-го этапа пластики осложнений у данного больного не наблюдали. Аналогично проводили решение вопроса об отсечении питающей ножки у пациентов при выполнении итальянской пла-

стики дефекта кисти кожно-жировым лоскутом передней брюшной стенки с неосевым кровотоком. При этом в двух случаях 2-й этап итальянской пластики откладывался на 1 нед до достижения нормальных показателей микроциркуляции после пережатия питающей ножки лоскута.

Полученные в нашем исследовании значения показателя микроциркуляции в проекции пахового лоскута, в области латеральных флангов передней брюшной стенки, в средней $\frac{1}{3}$ голени у здоровых молодых мужчин были меньше представленных в литературе данных. По данным авторов разработаны специальные «ЛДФ карты человеческого тела», где подробно описывается уровень перфузии в одной из 1680 выбранных точек у обследованных 120 здоровых добровольцев. Показатели ЛДФ у них были изучены в различных анатомических зонах: нижняя часть предплечья – $(6,6 \pm 1,2)$ ед., верхняя часть предплечья – $(6,70 \pm 1,95)$ ед., туловище – $(7,10 \pm 1,72)$ ед., живот – $(5,30 \pm 1,79)$ ед., голень – $(4,60 \pm 1,39)$ ед. [8]. Данный факт объясняется техническими характеристиками прибора, используемого для исследования, в том числе площадью датчика и глубиной проникновения луча. Для осуществления контроля за состоянием лоскута важна была динамика параметра микроциркуляции в изучаемой зоне в послеоперационном периоде. Именно изменение параметра микроциркуляции в разы позволяет выявлять микроциркуляторные нарушения на ранних этапах, когда изменения происходят на функциональном уровне и еще не наступили необратимые изменения в тканях лоскута, которые привели бы к некрозу и гнойным осложнениям. Решение вопроса о пересечении питающей ножки лоскута также решалось на основании сравнения показателя микроциркуляции до и после пережатия питающих сосудов лоскута. При этом удалось выявлять нарушения микроциркуляции в сложном лоскуте, которые не определяются клиническими методами.

Заключение

Таким образом, своевременная диагностика нарушения микроциркуляции позволила более чем у половины пострадавших в результате комбинированной шахтной травмы предотвратить и избежать развития гнойно-некротических осложнений при несвободной пластике раневого дефекта васкуляризированным лоскутом. Показатели микроциркуляции позволяют оптимизировать



Рис. 2. Пластика раневого дефекта голени лоскутом икроножной мышцы после стабилизации перелома костей голени у пострадавшего Г.

диагностику на ранних этапах трофических нарушений и провести их своевременную коррекцию, а также планировать срок отсечения питающей ножки лоскута.

Литература

1. Евдокимов В.И., Кислова Г.Д. Анализ чрезвычайных ситуаций, возникших в России в 2000–2014 гг. // Безопасность в техносфере. 2015. № 3. С. 48–56. DOI: 10.12737/11882.
2. Ельский В.Н., Шпаченко Н.Н., Климович В.Г. Особенности оказания экстренной медицинской помощи шахтерам с комбинированной травмой на этапах эвакуации // Вестн. неотложной и восстановительной медицины. 2005. Т. 6, № 2. С. 231–235.
3. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: руководство для врачей. М.: Медицина, 2005. 256 с.
4. Можаяев Г.А., Заболотный В.Н., Дьяконов В.П. Неотложная медицинская помощь пострадавшим

при авариях и катастрофах. Киев: Здоровье, 1995. 286 с.

5. Шаповалов В.М., Гладков Р.В. Взрывные повреждения мирного времени: эпидемиология, патогенез и основные клинические проявления // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2014. № 3. С. 5–16.
6. Holland A. J. Ward D., La Hei E. R. [et al.]. Laser Doppler Line Scan Burn Imager (LDLS-BI): sideways move or a step ahead? // Burns. 2014. Vol. 40, N 1. P. 113–119.
7. La Hei E. R., Holland A. J., Martin H. C. Laser Doppler imaging of pediatric burns: burn wound outcome can be predicted independent of clinical examination // Burns. 2006. Vol. 32, N 5. P. 550–553.
8. Pape S. A., Baker R. D., Wilson D. Burn wound healing time assessed by laser Doppler imaging (LDI). Part 1: Derivation of a dedicated color code for image interpretation // Burns. 2012. Vol. 38, N 2. P. 187–194.
9. Park D. H., Hwang J. W., Jang K. S. [et al.]. Mapping of the human body skin with laser Doppler imaging // Ann. Plast. Surg. 1997. Vol. 6, N 39. P. 597–602.

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

Поступила 19.07.2016

Для цитирования. Фисталь Э. Я., Солошенко В. В. Диагностика нарушений микроциркуляции при пересадке сложных лоскутов у пострадавших в результате взрывной травмы // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 3. С. 73–78. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-3-73-78

Diagnosis of microcirculation disorders when transplanting complex flaps in injured with blast trauma

Fistal E. Ya.^{1,2}, Soloshenko V. V.¹

¹ Institute for Urgent and Recovery Surgery named after V. K. Gusak (Ukraine, 283045, Donetsk People's Republic, Donetsk, Leninsky Ave., 47);

² Donetsk National Medical University named after M. Gorky (Ukraine, 283045, Donetsk People's Republic, Donetsk, Ilich Ave., 13)

Emil Yakovlevich Fistal – Dr. Med. Sci. Prof., Director of Institute for Urgent and Recovery Surgery named after V. K. Gusak, Head of the Department of plastic surgery and combustiology of Donetsk National Medical University named after M. Gorky (Ukraine, 283045, Donetsk People's Republic, Donetsk, Leninsky Ave., 47), e-mail: burncenter@mail.ru;

Vitaliy Viktorovich Soloshenko – PhD Med. Sci., Senior Research Associate of Institute for Urgent and Recovery Surgery named after V. K. Gusak (Ukraine, 283045, Donetsk People's Republic, Donetsk, Leninsky Ave., 47), e-mail: burncenter.vs@gmail.com.

Abstract. The efficiency of diagnosis of microcirculation disorders via laser Doppler flowmetry was assessed when transplanting perfused grafts with temporary pedicles in injured after methane-coal mixture explosions. In the Donetsk burn center, laser Doppler flowmetry was used to study flap microcirculation in 10 patients. Surgical interventions: plasty of hand defects using inguinal flaps – 3 injured, hand plasty with skin-fat flap of the anterior abdominal wall – 3 patients, shin defect plasty with rotary muscle flap of the gastrocnemius muscle – 2 patients, skin-fascial shin flap – 2 patients. In 4 cases microcirculation parameters were decreased. Additional immobilization reduced the bend of the vascular pedicle and improved perfusion back to normal. In two cases (rotary flap of the gastrocnemius muscle), areas without perfusion were revealed after 48 hours; timely correction of the flap prevented necrotic complications. When deciding on timing of cutting off a supply pedicle in one case with inguinal flap and in two cases with skin-fat abdominal flaps, the second phase of plasty was delayed until normal values of microcirculation during three-hour flap workouts. Thus, the laser Doppler flowmetry is an effective method for non-invasive evaluation of the microcirculation in flaps with supply pedicles in the postoperative period, making it possible to identify accurately the early stages of vascular disorders and to plan correctly cutting off graft supply pedicles.

Keywords: emergency, blast trauma, laser Doppler flowmetry, microcirculatory disorder, composite flap.

References

1. Evdokimov V.I., Kislova G.D. Analiz chrezvychaynykh situatsii, voznikshikh v Rossii v 2000–2014 gg. [Analysis of the emergency situations in Russia, 2000–2014]. *Bezopasnost' v tekhnosfere* [Safety in Technosphere]. 2015. N3. Pp. 48–56. DOI: 10.12737/11882. (In Russ.)
 2. El'skiy V.N., Shpachenko N.N., Klimovitskiy V.G. Osobennosti okazaniya ekstremnoy meditsinskoй pomoshchi shahteram s kombinirovannoy travmoy na etapah evakuatsii [Features of emergency medical care to the miners with a combined injury at the evacuation stages]. *Vestnik neotlozhnoy i vosstanovitel'noy meditsiny* [Journal of Emergency and Rehabilitation Medicine]. 2005. Vol. 6, N2. Pp. 231–235. (In Russ.)
 3. Krupatkin A.I., Sidorov V.V. Lazernaya doplerovskaya floumetriya mikrotsirkulyatsii krovi. Rukovodstvo dlya vrachey [Laser Doppler flowmetry of blood microcirculation. Guidelines for doctors]. Moskva. 2005. 256 p. (In Russ.)
 4. Mozhaev G.A., Zabolotnyy V.N., D'yakonov V.P. Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch' postradavshim pri avariayah i katastrofah [Emergency medical care to victims of accidents and disasters]. Kiev. 1995. 286 p. (In Russ.)
 5. Shapovalov V.M., Gladkov R.V. Vzryvnye povrezhdeniya mirnogo vremeni: epidemiologiya, patogenezi i osnovnye klinicheskie proyavleniya [Explosive damage in peacetime: epidemiology, pathogenesis and main clinical manifestations]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2014. N 3. Pp. 5–16 (In Russ.)
 6. Holland A.J., Ward D., La Hei E.R. [et al.]. Laser Doppler Line Scan Burn Imager (LDLS-BI): sideways move or a step ahead? *Burns*. 2014. Vol. 40, N1. Pp. 113–119.
 7. La Hei E.R., Holland A.J., Martin H.C. Laser Doppler imaging of pediatric burns: burn wound outcome can be predicted independent of clinical examination. *Burns*. 2006. Vol. 32, N5. Pp. 550–553.
 8. Pape S.A., Baker R.D., Wilson D. Burn wound healing time assessed by laser Doppler imaging (LDI). Part 1: Derivation of a dedicated color code for image interpretation. *Burns*. 2012. Vol. 38, N2. Pp. 187–194.
 9. Park D.H., Hwang J.W., Jang K.S. [et al.]. Mapping of the human body skin with laser Doppler imaging. *Ann. Plast. Surg.* 1997. Vol. 6, N39. Pp. 597–602.
- Received 19.06.2016.

For citing: Fistal E. Ya., Soloshenko V. V. Diagnostika narushenii mikrotsirkulyatsii pri peresadke slozhnykh loskutov u postradavshikh v rezul'tate vzryvnoi travmy. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N3. Pp. 73–78. (In Russ.)

Fistal E. Ya., Soloshenko V. V. Diagnosis of microcirculation disorders when transplanting complex flaps in injured with blast trauma. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N3. Pp. 73–78. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-3-73-78