

6. Саркисова Д.С., Перова Ю.Л. Микроскопическая техника: руководство. – М.: Медицина, 1996. – 544 с.
7. Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных. – М.: Высш. шк., 2004. – 549 с.
8. Heidenreich P.A., Kapoor J.R. Radiation induced heart disease: systemic disorders in heart disease // Heart. – 2009. – № 95. – P. 252–258.
9. Karu T. Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells // J. Photochem. Photobiol. – 1999. – № 4. – P. 1–17.
10. Mason M.G., Nicholls P., Wilson M.T., Cooper C.E. Nitric oxide inhibition of respiration involves both competitive (heme) and noncompetitive (copper) binding to cytochrome c oxidase // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 2006. – № 103. – P. 708–713.
11. Monich V., Drugova O., Lazukin V., Bavrina A. Low-power light and isolated rat hearts after ischemia of myocardium // J. of Photochem. and Photobiol. – 2011. – № 105. – P. 21–24.
12. Moriyama Y., Nguyen J., Akens M. et al. In vivo effects of low level laser therapy on inducible nitric oxide synthase // Lasers Surg. Med. – 2009. – № 41. – P. 227–231.
13. Tavazzi B., Di Pierro D., Bartolini M. et al. Lipid peroxidation, tissue necrosis, and metabolic and mechanical recovery of isolated reperfused rat heart as a function of increasing ischemia // Free Radic. Res. – 1998. – № 28. – P. 25–37.
14. Ytrehus K. The ischemic heart-experimental models // Pharmacol. Res. – 2000. – № 42. – P. 193–203.
15. Zhang R., Mio Y., Pratt P.F. et al. Near infrared light protects cardiomyocytes from hypoxia and reoxygenation injury by a nitric oxide dependent mechanism // J. Mol. Cell. Cardiol. – 2009. – № 46. – P. 4–14.

Поступила в редакцию 01.11.2016 г.

Для контактов: Монич Виктор Анатольевич
E-mail: vamm@list.ru

УДК 616-001.45-616-72

Шин Е.Ф., Дуванский В.А., Елисеенко В.И.

Фотодинамическая терапия экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей

Shin E.F., Duvansky V.A., Yeliseenko V.I.

Photodynamic therapy for treating experimental gun-shot wounds in soft tissues

ФГБУ «ГНЦ ЛМ ФМБА России»; РУДН, г. Москва

Цель исследования: изучить эффективность лечения экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей с использованием фотодинамической терапии с микрокапсулированной формой фотодитазина, комплексированного с амфифильными полимерами и гидроксиапатитом. *Материалы и методы.* Проведен анализ эксперимента на 70 нелинейных крысах. Животные были разделены на четыре группы. В контрольной группе животных для лечения огнестрельных ран мягких тканей использовали повязки с антисептиками. В 1-й опытной группе животным на огнестрельную рану проводили сеанс лазерной фотодинамической терапии с 0,5% водным раствором фотодитазина. Во 2-й опытной группе выполняли лазерную ФДТ с 0,5% фотодитазинном, комплексированным с амфифильными полимерами, в форме геля. В 3-й опытной группе выполняли лазерную ФДТ с микрокапсулированной формой 0,1% фотодитазина, комплексированного с амфифильными полимерами и гидроксиапатитом, в виде геля. Проводили цитологические, гистологические и микробиологические исследования. *Результаты исследования.* ФДТ огнестрельных ран с применением фотодитазина, комплексированного с амфифильными полимерами, в гелевой или микрокапсулированной формах обуславливает выраженную активизацию процессов очищения ран от некротизированных тканей, масс фибрина и колоний микроорганизмов в зоне первичного раневого канала. По сравнению с ФДТ с фотодитазинном в форме водного раствора в зоне сотрясения слабее выражены признаки расстройства системы микроциркуляторного русла, дистрофические и некротические процессы, что, в конечном счете, проявляется в уменьшении масштабов вторичного некротизирования поврежденной ткани. *Заключение.* Фотодинамическая терапия экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей с фотодитазинном, комплексированным с амфифильными полимерами в гелевой или микрокапсулированной формах по данным клинических, цитологических, гистологических и бактериологических исследований высокоэффективна и значительно превосходит традиционные методики. *Ключевые слова:* фотодинамическая терапия, огнестрельная рана, фотосенсибилизатор.

Purpose. To study the effectiveness of treatment of gun-shot wounds in soft tissues with photodynamic therapy (PDT) using Photoditazine microencapsulated form which is complexed with amphiphilic polymers and hydroxyapatite. *Materials and methods.* 70 non-linear rats were taken into the experimentation. Experimental animals were divided into four groups. In the control group, gun-shot wounds in soft tissues were treated with antiseptic bandages. In the first studied group (Group 1) gun-shot wounds were treated with PDT plus 0.5% Photoditazine water solution; in Group 2 – PDT plus Photoditazine complexed with amphiphilic polymers in gel form; in Group 3 – PDT plus Photoditazine in a microencapsulated form complexed with amphiphilic polymers and hydroxyapatite in gel form. Cytological, histological and microbiologic testings were performs in all animals. *Results.* PDT with Photoditazine complexed with amphiphilic polymers in gel or microcapsulated forms applied on gun-shot wounds leads to marked activation of wound purification from necrotized tissues, fibrin and microorganism colonies in the zone of primary wound canal. If to compare with PDT plus Photoditazine in water solution, one can see that in the zone of concussion there are less marked signs of microcirculatory disorders, less marked dystrophic and necrotic processes what lead, in the end, to less degree of the

secondary necrosis in damaged tissues. Conclusion. Photodynamic therapy of gun-shot wounds in soft tissues using Photoditazine complexed with amphiphilic polymers in a gel or microencapsulated form is a highly effective technique which leads to outcomes considerably better than in traditional techniques what is also backed by findings obtained during cytological, histological and bacterial analyses. Keywords: photodynamic therapy, gun-shot wound, photosensitizer.

Введение

Опыт оказания помощи раненым в локальных военных конфликтах выявил значительное отличие современных ранений от имевших место в годы 2-й мировой войны. Большинство отечественных исследователей связывают это с широким применением огнестрельного оружия, обладающего высокой кинетической энергией пуль, и взрывных устройств нового поколения, что обусловило увеличение количества тяжелых ранений, характеризующихся значительным повреждением мягких тканей, сосудов и многооскольчатыми переломами [1]. Согласно данным литературы, удельный вес раненых с множественными и сочетанными повреждениями в структуре современной огнестрельной травмы составляет от 25 до 62% [3]. Многочисленные наблюдения свидетельствуют, что в 28% случаев огнестрельные ранения осложняются гнойно-инфекционными процессами, в основе которых лежит эндогенная инфекция, связанная с воздействием на организм снарядов с высокой кинетической энергией [4].

Использование в практической медицине современных способов воздействия на рану (вакуумирование, абактериальная среда, медицинские лазеры, воздушно-плазменные потоки) значительно улучшило результаты оказания хирургического пособия раненым [1, 7, 12]. Однако упомянутые физические методы обработки ран на передовых этапах медицинской эвакуации в связи с технической сложностью их выполнения, особенно при массовом поступлении раненых и пострадавших, широкого распространения не получили [3]. Поэтому в силу простоты и удобства применения лечение ран перевязочными средствами продолжает оставаться приоритетным [1, 3]. Одним из путей повышения качества лечения раненых является использование перевязочных средств, изготовленных с применением современных технологий, обеспечивающих возможность патогенетически оправданно воздействовать на раневой процесс и микроциркуляцию раны [6, 8, 12, 13]. Их включение в состав различных медицинских комплектов позволит улучшить результаты лечения пострадавших с огнестрельными ранениями. В то же время, реальный опыт применения данных лечебных повязок при оказании помощи раненым в вооруженных локальных конфликтах свидетельствует о том, что они не в полной мере отвечают требованиям военно-полевой хирургии, так как частота гнойных осложнений после первичной хирургической обработки ран выявлялась в 27,4% случаев

[3, 4]. Во многом это объясняется отсутствием лечебных технологий с универсальным механизмом действия.

Такой технологией может быть лазерная фотодинамическая терапия (ФДТ) с различными фотосенсибилизаторами. ФДТ выгодно отличается от традиционных методов лечения гнойных ран высокой избирательностью действия, отсутствием тяжелых местных осложнений, возможностью многократного повторения лечебного сеанса, высокой антибактериальной активностью, технической простотой и доступностью применения [14–16]. Эффективность ФДТ не зависит от спектра чувствительности патогенных микроорганизмов к антибиотикам, она губительна даже для антибиотикорезистентных штаммов золотистого стафилококка, кишечной палочки и других микроорганизмов, а также у микроорганизмов, в отличие от воздействия на них антибиотиков, не развивается резистентности к ФДТ [9–11, 18]. В последние годы созданы фотосенсибилизаторы, обладающие низкой токсичностью, быстрым выведением из организма, высокой эффективностью преобразования энергии лазерного излучения в цитотоксические продукты (свободные радикалы, активные формы кислорода), высокой селективностью накопления фотосенсибилизаторов в пораженных тканях и органах, низкой терапевтической дозой вводимых препаратов [2, 5]. Несмотря на перечисленные выше положительные эффекты, работы по использованию ФДТ гнойных ран мягких тканей различного генеза с фотосенсибилизаторами нового поколения единичные [17]. Это обстоятельство обусловило актуальность данного исследования.

Цель исследования: изучить эффективность лечения экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей с использованием фотодинамической терапии с микрокапсулированной формой фотодитазина, комплексированного с амфифильными полимерами и гидроксипатитом.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных», регламентированными в приложении к приказу МЗ СССР № 775 от 12.09.77 г. на 70 нелинейных крысах массой 250 ± 20 г. Все животные содержались в одинаковых условиях виварного режима и прошли карантинный отбор.

В соответствии с целью и задачами исследования животные были разделены на четыре группы (табл. 1).

Распределение животных по группам исследования

Таблица 1

Группа животных	Метод лечения	Количество животных
Контрольная	Растворы антисептиков, мазевые повязки	10
1-я опытная	ФДТ с 0,5% фотодитазиним в форме водного раствора	20
2-я опытная	ФДТ с 0,5% фотодитазиним, комплексированным с амфифильными полимерами	20
3-я опытная	ФДТ с микрокапсулированной формой 0,1% фотодитазина, комплексированного с амфифильными полимерами и гидроксипатитом	20

В контрольной группе животных для лечения огнестрельных ран мягких тканей использовали повязки с антисептиками. В 1-й опытной группе животным на огнестрельную рану проводили сеанс лазерной ФДТ с 0,5% водным раствором фотодитазина.

Во 2-й опытной группе выполняли лазерную ФДТ с 0,5% фотодитазиним, комплексированным с амфифильными полимерами, в форме геля. В 3-й опытной группе выполняли лазерную ФДТ с микрокапсулированной формой 0,1% фотодитазина, комплексированного с амфифильными полимерами и гидроксипатитом, в виде геля.

При лечении экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей у крыс с использованием ФДТ придерживались следующей тактики. Лечебные мероприятия начинали через сутки после нанесения огнестрельной раны. Вначале проводили щадящую ПХО ран, которая заключалась в рассечении раневого канала без иссечения видимых некротических тканей. Раневые каналы животных промывали растворами антисептиков и затем рыхло тампонировали марлевой салфеткой, смоченной 0,5% раствором фотосенсибилизатора в 25% растворе димексида, или с фотосенсибилизатором в форме геля. Через 2 часа аппликации салфетку удаляли, а раневую поверхность обрабатывали лазерным излучением с плотностью мощности 1 Вт/см², плотностью энергии 50 Дж/см² (аппарат «АКТУС-2», длина волны излучения 661 ± 0,03 нм, ЗАО «Полупроводниковые приборы», г. Санкт-Петербург). По окончании процедуры раневой дефект после его туалета растворами антисептиков вновь рыхло тампонировали салфетками с антисептиками. После очищения ран лечение животных осуществляли применением мазевых повязок. До перехода раневого процесса во вторую фазу заживления перевязки животным производили ежедневно. Забор материала у крыс для исследований выполняли в первые сутки и последовательно – на третьи, пятые и десятые сутки наблюдений. Животных из опыта выводили методом декапитации.

Экспериментальные огнестрельные раны моделировали по разработанной в НИИ ГВМУ МО РФ методике, которая заключалась в следующем. Всем животным опытной и контрольной групп за пятнадцать минут до нанесения ранения проводился внутривентральный калипсоловый наркоз, после чего их фиксировали на специальных планшетах. Мягкотканное стандартное огнестрельное ранение наносилось в область средней трети правого бедра крысы из пистолета Марголина (калибр 5,6 мм, начальная скорость полета пули 320 м/сек) с расстояния шесть метров.

Через сутки после нанесения животным боевой травмы выполняли щадящую ПХО огнестрельной раны и начинали лечебные мероприятия с применением изучаемых методов.

В работе использовали клиническую оценку динамики течения раневого процесса, которая включала изучение клинических проявлений процессов воспаления и регенерации огнестрельных ран мягких тканей у экспериментальных животных. Изучали выраженность и продолжительность воспалительных явлений в области раны (отек, гиперемия, инфильтрация параульнарных тканей, количество и характер гнойного отделяемого,

сроки появления грануляции и начала эпителизации, состояние дна и стенок раны, сроки отторжения струпа и полного заживления) и определением индекса ускорения заживления.

При цитологических исследованиях использовали метод мазков-отпечатков раневой поверхности, разработанный М.П. Покровской и М.С. Макаровой. Гистологические исследования тканей из области канала огнестрельной раны крыс проводили на третьи, пятые и десятые сутки наблюдений. Количественный бактериальный контроль обсеменения изучали методом E.D. Rotheram [137] на третьи, пятые и десятые сутки с момента начала лечения. Цифровые данные, полученные в работе, подтверждали методом вариационной статистики по Стьюденту–Фишеру при степени достоверности $P < 0,05$.

Результаты лечения и их обсуждение

До начала лечения через сутки после нанесения экспериментальные огнестрельные раны мягких тканей крыс характеризовались отеком и гиперемией мягких тканей на значительном расстоянии вокруг входного и выходного отверстий, наличием обильного гнойного отделяемого и некротизированных тканей, края ран выбухали, были синюшного цвета.

Клиническая картина заживления огнестрельных ран у крыс контрольной группы при лечении антисептиками и опытных групп животных в первые сутки после начала лечения не отличалась. Поэтому ниже изложены клинические особенности заживления огнестрельных ран у опытных крыс с третьего дня наблюдений.

Через трое суток лечения отмечается положительная динамика в состоянии экспериментальных животных: крысы по клетке передвигаются, пищу и воду принимают. После лазерной ФДТ с фотосенсибилизаторами в различных лекарственных формах отмечается более активное их поведение по сравнению с контрольными. Меньший суточный остаток корма и питья у животных, леченых с использованием лазерной ФДТ, по сравнению с вводно-пищевым остатком у крыс контрольной группы, так же свидетельствовал в пользу лечения с применением ФДТ. При осмотре и ревизии огнестрельных пулевых ран мягких тканей при лечении антисептиками сохраняется клиническая картина острого воспаления. У крыс второй и третьей опытных групп в эти же сроки отек и гиперемия тканей присутствуют, однако менее выражены. Также в меньшей степени выявлялись выбухание и некроз краев раневого канала.

Через пять суток лечения животные всех опытных групп активны. Отек и гиперемия периульнарных тканей присутствуют у всех животных, но в меньшей степени по сравнению с третьими сутками наблюдений, наиболее выражены в контрольной группе животных и в меньшей степени – в опытных группах.

Через десять суток лечения у крыс контрольной группы отмечается уменьшение отека и отсутствие гиперемии периульнарных тканей. Толстый, темно-бурого цвета первичный струп продолжает плотно прилегать к раневому ложу. После его удаления обнажается раневая поверхность, покрытая фибринозно-гнойными массами. Однако количество некротических тканей

и гнойного отделяемого меньше, чем в предыдущие сроки исследования.

В данные сроки исследования во второй и третьей опытных группах отек тканей и гиперемия не выявляются. Края раневого дефекта воронкообразно втянуты и плотно сомкнуты. При ревизии раневого канала определяется неправильной формы полость, стенки и дно которой местами покрыты гнойно-фибринозной пленкой.

Средние сроки исчезновения признаков воспаления, очищения раневой поверхности от некротических тканей и появления очагов грануляционной ткани в контрольной группе составили $13,3 \pm 1,4$; $13,0 \pm 0,5$ и $14,1 \pm 0,9$ суток.

Средние сроки исчезновения признаков воспаления, очищения раневой поверхности от некротических тканей и появления очагов грануляционной ткани в первой опытной группе составили $10,1 \pm 0,3$; $9,9 \pm 1,1$ и $10,6 \pm 0,2$ суток соответственно (табл. 2).

Таблица 2
Динамика раневого процесса экспериментальных огнестрельных ран

Группы животных	Средние сроки (сутки)		
	исчезновения признаков воспаления	очищения от детрита	появления грануляций
Контрольная группа	$13,3 \pm 1,4$	$13,0 \pm 0,5$	$14,1 \pm 0,9$
1-я опытная	$10,1 \pm 0,3$ $P_1 < 0,05$	$9,9 \pm 1,1$ $P_1 < 0,05$	$10,6 \pm 0,2$ $P_1 < 0,05$
2-я опытная	$6,7 \pm 0,5$ $P_2 < 0,05$	$6,7 \pm 0,6$ $P_2 < 0,05$	$7,8 \pm 0,9$ $P_2 < 0,05$
3-я опытная	$5,1 \pm 1,8$ $P_2 < 0,05$	$5,0 \pm 0,5$ $P_2 < 0,05$	$5,5 \pm 0,4$ $P_2 < 0,05$

P_1 – различие достоверно относительно контрольной группы

P_2 – различие достоверно относительно первой опытной группы

Полное очищение раневой поверхности от некротических тканей и появление очагов грануляций у животных 2-й опытной группы определяются в среднем через $6,7 \pm 1,6$ и $7,8 \pm 0,9$ дня соответственно, а в 3-й группе – в среднем через $5,0 \pm 0,5$ и $5,5 \pm 0,4$ дня ($P < 0,05$).

У крыс контрольной группы огнестрельные раны мягких тканей заживали в среднем через $34,3 \pm 1,7$ суток.

Полное заживление огнестрельных ран у животных первой опытной группы определялось к исходу $30,2 \pm 1,4$ суток, статистически достоверно отличаясь от показателя контрольной группы ($P < 0,05$). Индекс ускорения заживления составил $11,8\%$ (табл. 3).

Таблица 3
Сроки заживления и индекс ускорения заживления

Группы исследования	Сроки полного заживления (в сутках)	Индекс ускорения заживления (%)
Контрольная	$34,3 \pm 1,7$	–
1-я опытная	$30,2 \pm 1,4$ $P_1 < 0,05$	11,8
2-я опытная	$27,1 \pm 1,3$ $P_1 < 0,05$	20,6
3-я опытная	$25,8 \pm 1,3$ $P_2 < 0,05$	23,5

P_1 – различие достоверно относительно контрольной группы

P_2 – различие достоверно относительно первой опытной группы

Лечение огнестрельных ран ФДТ с фотодитазином, комплексированным с амфифильным полимером в форме геля и микрокапсул, было более эффективным, что подтверждалось результатами изучения индекса ускорения заживления.

Средние сроки заживления огнестрельных у крыс 2-й опытной группы при индексе ускорения заживления $20,6\%$ составляли $27,1 \pm 1,3$ суток с момента начала лечения, а у животных 3-й опытной группы составляли $25,8 \pm 1,3$ суток, индекс ускорения заживления составлял $23,5\%$. Показатели заживления экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей у животных 3-й опытной группы несколько лучше по сравнению со 2-й группой, однако статистически значимого различия между показателями анализируемых групп не выявлено.

Таким образом, по полученным данным ФДТ с фотосенсибилизатором, комплексированным с амфифильным полимером в форме геля и микрокапсул, одинаково положительно влияет на заживление огнестрельных ран. В то же время, принимая во внимание, что микрокапсулированная форма лекарственного препарата позволяет экономить дорогостоящее лекарственное средство, с учетом принципа «эффективность-стоимость», использование фотодитазина, комплексированного с амфифильным полимером в микрокапсулированной лекарственной форме видится более оправданным.

Перед началом лечения огнестрельная рана мягких тканей во всех группах сравнения представляет собой очаг острого гнойного воспаления со степенью микробной обсемененности $1 \times 10^{9-10}$ КОЕ/мл раневого отделяемого. При традиционном лечении огнестрельных ран мягких тканей выявлена медленная тенденция к уменьшению уровня микробной обсемененности раневой поверхности, составляющего на десятые сутки наблюдений 1×10^7 КОЕ/1 мл раневого отделяемого.

При лечении огнестрельных ран мягких тканей с использованием ФДТ с $0,5\%$ водным раствором фотодитазина микробная обсемененность раневой поверхности постепенно снижалась, составляя на 5-е сутки 1×10^6 КОЕ/1 мл, а на десятые сутки – не выше 1×10^5 КОЕ в 1 мл раневого отделяемого.

У крыс, огнестрельные раны которых лечили с использованием ФДТ с фотодитазином в микрокапсулированной или гелевой формах, наблюдалось более выраженное снижение микробной обсемененности раневой поверхности по сравнению с контрольной или первой опытной группой. На 3-и сутки число микробных тел в 1 мл раневого отделяемого находилось в пределах 1×10^6 КОЕ, с четкой тенденцией к снижению уровня на пятые сутки наблюдений до 1×10^5 КОЕ/1 мл и на 10-е сутки составляя не выше 1×10^4 КОЕ в 1 мл раневого отделяемого.

Цитологические исследования показали, что до начала лечения раневой экссудат экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей у крыс характеризовался однородностью клеточного состава, преобладающими клеточными элементами были нейтрофильные лейкоциты в стадии дегенеративных изменений и распада и большое количество свободнолежащих микроорга-

низмов, нитей фибрина и детрита, что соответствовало дегенеративно-воспалительному типу цитогрaмм.

При традиционном лечении огнестрельных ран мягких тканей у крыс на пятые сутки воспалительные явления превалировали над репаративными, нейтрофильные лейкоциты составляли абсолютное большинство, хотя отмечен незначительный рост содержания неизмененных лейкоцитов, а в отдельных полях зрения встречались единичные мононуклеарные элементы и макрофаги.

На пятые сутки лечения огнестрельных ран мягких тканей у крыс с использованием ФДТ с 0,5% водным раствором фотодитазина в аналогичные сроки в мазках-отпечатках в меньших количествах обнаруживались свободнолежащие микроорганизмы, фибрин и дегенеративно измененные клетки по сравнению с контрольной группой, одновременно с этим более высоким был уровень содержания незрелых мононуклеарных клеток и макрофагов, а также определялись единичные юные фибробласты.

У крыс второй и третьей опытных групп на пятые сутки лечения по сравнению с вышеописанными группами общее содержание нейтрофилов снижается, наблюдается значительно меньшее количество дегенеративно измененных нейтрофилов, колоний микроорганизмов и нитей фибрина, увеличивается процент мононуклеарных фагоцитов. Характерным было наличие в препаратах наряду с юными фибробластами ($2,5 \pm 0,2\%$) зрелых фибробластов ($0,7 \pm 0,3\%$). Это свидетельствовало о купировании воспалительной реакции и активации процессов репарации при лечении огнестрельных ран мягких тканей у крыс с использованием ФДТ с фотодитазином, комплексированным с амфифильными полимерами в гелевой или микрокапсулированной формах.

Через десять суток с момента начала лечения в контрольной группе животных очищение огнестрельных ран от микрофлоры идет очень вяло. В мазках-отпечатках определялось большое количество свободно лежащих микроорганизмов, нитей фибрина и дегенеративно измененных нейтрофилов, одновременно увеличивалось количество нейтрофилов в стадии активного фагоцитоза, незначительно увеличилось число мононуклеарных элементов и макрофагов, а также выявлялись единичные юные фибробласты. Однако в целом при традиционном лечении огнестрельных ран у крыс в связи с выраженной воспалительной реакцией дифференцировка и нарастание числа клеток репарации были замедлены.

В опытных группах по сравнению с контрольной группой крыс и предыдущим сроком исследования определялись дальнейшее уменьшение количества свободнолежащих микроорганизмов, фибрина и распавшихся нейтрофилов, активная пролиферация и дифференцировка клеточных элементов репарации – юных и зрелых фибробластов.

Через десять суток после ФДТ с микрокапсулированной формой фотодитазина, комплексированного с амфифильными полимерами и гидроксипатитом, в мазках-отпечатках определялась картина активной пролиферации и дифференцирования элементов репарации, о чем свидетельствовало увеличение числа мононуклеарных элементов и общего количества юных и зрелых фибробластов.

По данным морфологических исследований установлено, что заживление экспериментальных огнестрельных пулевых ран мягких тканей в контрольной группе животных характеризуется резко выраженными воспалительными, дистрофическими и некротическими изменениями, развивающимися на фоне выраженных микроциркуляторных расстройств, способствующих формированию обширной зоны сотрясения и вторичного некроза поврежденной ткани с вялым развитием репаративных процессов.

В случае местного использования при лечении огнестрельных ран ФДТ с фотодитазином в форме водного раствора наблюдается купирование упомянутых морфологических нарушений в более короткие сроки.

ФДТ огнестрельных ран с применением фотодитазина, комплексированного с амфифильными полимерами, в гелевой или микрокапсулированной формах обуславливает выраженную активизацию процессов очищения ран от некротизированных тканей, масс фибрина и колоний микроорганизмов в зоне первичного раневого канала. По сравнению с ФДТ с фотодитазином в форме водного раствора в зоне сотрясения слабее выражены признаки расстройства системы микроциркуляторного русла, дистрофические и некротические процессы, что, в конечном счете, проявляется в уменьшении масштабов вторичного некротизирования поврежденной ткани. В то же время признаки репарации в виде образования и созревания грануляционной ткани в области вторичного некроза зоны сотрясения развиваются более активно и в более ранние сроки.

Заключение

Фотодинамическая терапия экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей с фотодитазином, комплексированным с амфифильными полимерами, в гелевой или микрокапсулированной формах по данным клинических, цитологических, гистологических и бактериологических исследований является высокоэффективной и значительно превосходит традиционные методики.

Литература

1. Гейниц А.В., Толстых П.И., Шин Е.Ф. и др. Новый взгляд на некоторые аспекты патогенеза и методы лечения огнестрельных ран // Лазерная медицина. – 2008. – Т. 12. – 4. – С. 40–44.
2. Байбурун В.Б., Шульгина Т.А., Тучина Е.С. и др. Изучение антимикробной фотодинамической активности водных растворов наночастиц металлов // Вестник Саратовского гос. тех. ун-та. – 2014. – Т. 4. – № 1 (77). – С. 81–87.
3. Брюсов П.Г. Военно-полевая хирургия России в современную эру локальных войн: полученный опыт и перспективы развития // Военная медицина. – 2015. – № 4 (37). – С. 36–37.
4. Брюсов П.Г. Хирургия повреждений в системе помощи пострадавшим в террористических актах и катастрофах // Альманах Института хирургии им. А.В. Вишневского, 2016. – № 2. – С. 129–130.
5. Буравский А.В., Баранов Е.В., Третьяк С.И. Целесообразность использования комбинированной локальной светодиодной фототерапии в лечении пациентов с наружными раневыми дефектами // Медицинский журнал. – 2016. – № 1 (55). – С. 86–92.
6. Дуванский В.А., Калинин М.Р., Промоненков В.К. и др. Способ получения перевязочного материала // Патент на изобретение RU 2149648 06.07.1999.

7. Дуванский В.А. Фотодинамическая терапия и NO-терапия в комплексном лечении больных с трофическими язвами венозного генеза // Лазерная медицина. – 2004. – Т. 8. – № 1–2. – С. 5.
8. Дуванский В.А., Дзагнидзе Н.С., Бисеров О.В. и др. Микроциркуляция гнойных ран по данным лазерной доплеровской флоуметрии // Лазерная медицина. – 2007. – Т. 11. – № 1. – С. 46–49.
9. Дуванский В.А., Елисеенко В.И. Эндоскопическая фотодинамическая терапия дуоденальных язв // Лазерная медицина. – 2006. – Т. 10. – № 2. – С. 10–14.
10. Дуванский В.А., Попова Е.А. Первый опыт применения фотодинамической терапии в комплексном лечении дуоденальных язв // Лазерная медицина. – 2004. – Т. 8. – № 3. – С. 138.
11. Корабоев У.М., Толстых М.П., Дуванский В.А. Изучение антибактериальной активности ФДТ на заживление ран // Лазерная медицина. – 2001. – Т. 5. – № 2. – С. 23.
12. Лебедьков Е.В., Калинин М.Р., Дуванский В.А. и др. Способ лечения гнойно-некротических поражений нижних конечностей у больных сахарным диабетом // Патент на изобретение RUS 2157207 06.07.1999.
13. Рыльцев В.В., Филатов В.Н., Дуванский В.А. и др. Способ получения перевязочного материала // Патент на изобретение RUS 2143923 06.11.1998.
14. Странадко Е.Ф., Дуванский В.А., Толстых М.П. и др. Способ лечения гнойных заболеваний мягких тканей // Патент на изобретение RUS 2164427 06.07.1999.
15. Странадко Е.Ф., Дуванский В.А., Толстых М.П. и др. Способ лечения длительно незаживающих ран и трофических язв // Патент на изобретение RUS 2164426 06.07.1999.
16. Толстых М.П., Промоненков В.К., Дуванский В.А. и др. Способ лечения длительно существующих трофических язв // Патент на изобретение RUS 2195930 05.01.2001.
17. Paolillo F.R., Rodrigues Ph. G.S., Corazza A.V. et al. Antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) in the treatment of infected cutaneous wounds in rats // Photodiagnosis and Photodynamic Therapy. – 2015. – Vol. 12. – Issue 3. – P. 354.
18. Torchinov A.M., Umakhanova M.M., Duvansky R.A. et al. Photodynamic therapy of background and precancerous diseases of uterine cervix with photosensitisers of chlorine raw // Photodiagnosis and Photodynamic Therapy. – 2008. – Т. 5. – № S1. – С. 45.

Поступила в редакцию 02.02.2017 г.

Для контактов: Дуванский Владимир Анатольевич
E-mail: iva4583@yandex.ru

УДК 616.615.841

Ширяев В.С., Айрапетова Т.Л., Саженина Е.Н., Борисов А.А., Дубровский И.В., Контарев С.И., Бондаренко Е.Д.

Мультимодальная сочетанная анестезия с потенцированием транскутаным лазерным облучением крови у гериатрических пациентов

Shiryayev V.S., Ayrapetova T.L., Sazhenina E.N., Borisov A.A., Dubrovsky I.V., Kontarev S.I., Bondarenko E.D.

Multimodal combined anesthesia potentiated with transcutaneous laser blood irradiation in geriatric patients

ФГБУ «ГНЦ ЛМ ФМБА России»

Общая анестезия проведена у 93 больных (57 женщин и 36 мужчин) с сопутствующими заболеваниями – ИБС, ГБ 2,3 ст. риск 3, ПИКС, сахарный диабет, бронхиальная астма и др. в возрасте от 60 до 94 лет. В работе были использованы 2 метода общей анестезии: в основной группе (61 больной) – мультимодальная сочетанная анестезия с потенцированием транскутаным лазерным облучением крови (ТЛОК) и в контрольной группе (32 больных) – традиционный метод тотальной внутривенной анестезии. Анализ мониторинга центральной и периферической гемодинамики и показателей биспектрального индекса позволяют заключить, что разработанная нами схема общей мультимодальной сочетанной анестезии с потенцированием ТЛОК значительно снижает фармакологическую нагрузку на оперированных пациентов пожилого и старческого возраста и стабилизирует гемодинамические показатели у геронтологических больных. *Ключевые слова:* мультимодальная анестезия, общая комбинированная анестезия, транскутанное лазерное облучение крови, тотальная внутривенная анестезия.

General anesthesia was performed in 93 patients (57 women and 36 men) aged 60–94 with concomitant diseases, such as IHD, HD of stages 2,3, risk 3, post-infarction cardiosclerosis, diabetes mellitus, bronchial asthma, etc. Two techniques of general anesthesia were used in this work: multimodal combined anesthesia potentiated with transcutaneous laser blood irradiation (TLBI) (main group – 61 patient) and traditional total intravenous anesthesia (32 patients). While analyzing findings of central and peripheral hemodynamics monitoring and bispectral indexes, the researchers concluded that the technique of general multimodal combined anesthesia potentiated with TLBI significantly reduces pharmacological loading at operated patients and stabilizes hemodynamic parameters in geriatric patients. *Keywords:* multimodal anesthesia, general combined anesthesia, transcutaneous laser blood irradiation, total intravenous anesthesia.