

7. Фирсов Н.Н., Цветков В.О., Байбеков К.С. Общие закономерности деформации эритроцитов в сдвиговом потоке // Тромбоз, гемостаз и реология. 2016. – № 1. – С. 27–31.
8. Шабалин В.Н., Шатохина С.Н. Морфология биологических жидкостей человека // Хризостом. – М. – 2001. – 303 с.
9. Шатохина С.Н., Островский Е.И., Палеев Ф.Н. и др. Диагностическое значение анизоморфонов сыворотки крови при бронхиальной астме // Лазерная медицина. – 2013. – Т. 17. – Вып. 3. – С. 49–54.
10. Bayer R., Schauf B., Gunther B. Erythrocytes hape analysis by mean of laser diffraction // SPIE. – 1992. – 2100. – P. 248–255.
11. Fisher T.M. Role of spectrin in cross bounding of the red membrane // Blood cell. – 1988. – 13 (3). – P. 377–394.
12. Whitmore R.L. The influence of erythrocyte shape and rigidity on the viscosity of blood // Biorheology. – 1981. – V. 18. – 3–6. – P. 357–562.

Поступила в редакцию 3.04.2017 г.

Для контактов: Карандашов Владимир Иванович  
E-mail: kvi42@list.ru

УДК 616-007.271:612.331.1:615.849.19

Голощапова Ж.А., Кузнецова Г.В., Кравченко Т.Г.

## Морфология облитерации экспериментального ликворного свища при лазерном облучении его стенок

Golozhshapova Zh.A., Kuznetsova G.V., Kravchenko T.G.

## Morphology of the obliteration of an experimental cerebrospinal fluid fistula after laser irradiation of its walls

ГБУЗ «Многопрофильный центр лазерной медицины», г. Челябинск

В эксперименте на крысах была создана модель хронического гранулирующего ликворного свища. 90 животных со сформированным ликворным свищем были разделены на 2 группы: основную и контрольную по 45 животных в каждой. В основной группе стенки свища были подвергнуты действию высокоинтенсивного лазерного излучения (лазерный скальпель «ИРЭ-Полюс» с длиной волны 970 нм, диаметр световода 0,4 мм, мощность 0,7 Вт, длительность облучения 5 с). 45 животных служили контролем. Облитерация просвета свища оценивалась в динамике в течение 1 месяца стандартными морфологическими методами с применением морфометрии. Обследование животных проводилось сразу после извлечения катетера, а также через 1, 3, 7, 14, 21, 30 суток. Закрытие просвета свища в опытной группе наблюдали спустя 14 суток после лазерного облучения, в контроле – спустя 21 день. Более раннее заживление происходит за счет снижения геморрагического компонента воспаления и клеточной инфильтрации стенок, более интенсивного нарастания количества фибробластов и количества коллагеновых волокон уже с 7-х суток и более быстрого созревания грануляционной ткани в области свища. В опытной группе через 1 месяц наблюдалось значимое увеличение площади препарата, занимаемой сосудами, по сравнению с контрольной группой, что свидетельствовало о большем развитии сосудов микроциркуляторного русла. *Ключевые слова:* ликворный свищ, облитерация, лазерное излучение, эксперимент.

The researchers created an experimental model of a chronic granulating liquor fistula in rats. 90 animals with CSF fistulas were divided into 2 groups: main and control with 45 animals each. In the main group fistula walls were exposed to high-level laser light (laser device «IRE-Polus», wavelength 970 nm, lightguide diameter 0.4 mm, power 0.7W, exposure 5 seconds). The obliteration process in fistulas was assessed in dynamics within one month using standard morphological techniques with morphometry. Experimental animals were examined immediately after the catheter removal and in 1, 3, 7, 14, 21, 30 days. The lumen of fistulas was closed in 14 days in the main group after laser irradiation and in 21 days in the controls. More rapid healing in the main group is explained by the reduced component of hemorrhagic inflammation and less cell infiltration in fistula walls as well as by more intensive increase in fibroblast level and collagen fibers what had been seen since the 7th day. The researchers also observed more rapid maturation of granulation tissue in the fistula area. One month later, a significant increase of micro vascular area in specimens was found in the experimental group, indicating a better formation of vessels in the microcirculatory flow, as compared to the controls. *Keywords:* cerebrospinal fluid fistula, obliteration, laser light, experiment.

### Введение

Лечение стойких ликворных свищей представляет сложную хирургическую проблему в связи с осложнениями этого заболевания в виде менингита, пневмоцефалии, внутримозговых абсцессов [7, 12]. Ликворея возникает при черепно-мозговых травмах, а также при некоторых заболеваниях врожденного, дистрофического, опухолевого и воспалительного происхождения. Современные способы закрытия ликворных свищей не всегда достаточно эффективны. Внедрение лазерных технологий в хирургию позволяет повысить эффективность оперативных вмешательств [5, 6, 9].

В последние годы были разработаны лазерные технологии для облитерации варикозно расширенных вен, кист селезенки, печени, молочной железы, желчных

протоков [1–3, 13]. Хорошие коагулирующие свойства лазерного излучения, его бактерицидность, активация пролиферации тканей после лазерного воздействия являются показаниями для применения лазера и при пластике ликворных свищей. Возможность доставки лазерного излучения посредством гибких световодов позволяет использовать его при эндоскопических вмешательствах. Однако процессы, происходящие в стенке свища при действии на нее лазерного излучения, ранее не описаны.

**Целью** настоящего исследования явилось изучение морфологических особенностей облитерации экспериментально созданного ликворного свища под действием высокоинтенсивного лазерного излучения (ВИЛИ).

### Материал и методы

В эксперименте на 98 беспородных половозрелых белых крысах разного пола, массой 180–200 г в возрасте 3 месяца производили моделирование ликворного свища в ситовидной пластинке решетчатой кости путем ее трансанзальной перфорации с последующей установкой катетера в соответствии с методикой, описанной в патенте РФ № 2395849 [8].

Подбор параметров лазерного воздействия производили на 8 животных со сформированным ликворным свищом. В качестве источника излучения использовали лазерный скальпель «ИРЭ-Полус» с длиной волны 970 нм, диаметр световода – 0,4 мм. Локальность воздействия обеспечивали с помощью предварительного зачернения торца световода. Были выбраны следующие параметры: мощность – 0,7 Вт, время воздействия – 5 с, которые обеспечивали поверхностную коагуляцию области свищевого хода без повреждения нижележащих тканей и хорошую переносимость режимов излучения животными.

90 животных со сформированным свищом были разделены на 2 группы: основную и контрольную, по 45 животных в каждой. В основной группе на стенки свищевого хода воздействовали лазерным излучением, 45 животных служили контролем. Обследование животных проводили сразу после извлечения катетера, а также через 1, 3, 7, 14, 21, 30 суток и в отдаленные сроки при естественном дожитии. Операции проводили под общей анестезией путем внутримышечной инъекции препаратом «золетил» (20 мг/кг веса). Исследования осуществляли в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (приказ МЗ СССР № 755 от 12.09.77). Выведение животных из эксперимента осуществляли ингаляционной передозировкой хлороформа.

Материал для морфологических исследований фиксировали в нейтральном 10% формалине в течение 1 месяца. Затем декальцинировали в растворе трилона-Б (рН = 7,4), заливали в парафин и готовили серийные продольные фронтальные гистотопографические срезы, которые окрашивали гематоксилин-эозином и пикрофуксином по методу ван Гизона. Для выявления признаков репаративных процессов применяли количественные морфометрические методы. Микроскопическое изучение гистологических срезов проводили на микроскопе Leica DMRXA, Германия. Морфометрические исследования проводили с помощью компьютерной программы анализа изображений «ImageScore M», Россия.

В стенке свищевого хода были оценены: количество эритроцитов, нейтрофилов, лимфоцитов, макрофагов, фибробластов, % площади, занимаемой коллагеновыми волокнами и количеством сосудов микроциркуляторного русла в тысячах  $\text{мкм}^2$  на площади 1  $\text{мм}^2$ .

Статистическая обработка данных производилась с помощью пакета программ «Statistica 6.0», (StatSoft Inc, США). Количественные данные представлены в формате Me (UQ-LQ) – медиана, верхний и нижний квартили. Нулевая гипотеза проверялась путем вычисления U-критерия Манна–Уитни с поправкой Бонферрони.

### Результаты исследования и обсуждение

После извлечения катетера из полости носа на серийных гистотопографических срезах в области моделированного свища был выявлен канал диаметром от 400 до 800  $\text{мкм}$  у разных животных, заполненный эритроцитами. В стенке канала, представленной костными фрагментами среди волокнистой соединительной ткани, определялись в небольшом количестве эритроциты, нейтрофилы и круглоклеточные элементы (рис. 1).

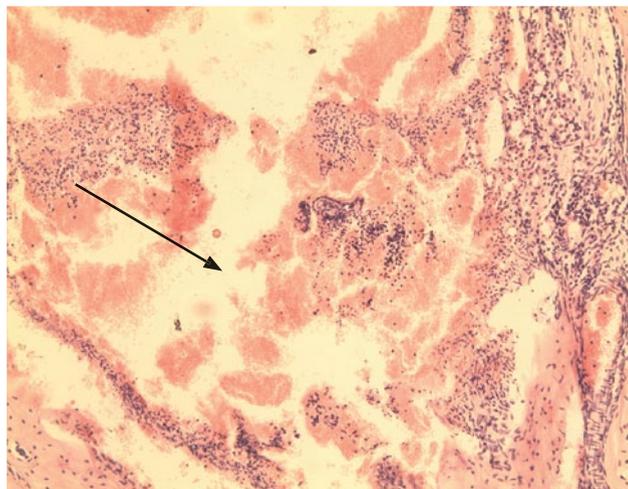


Рис. 1. Микрофото свищевого хода после удаления катетера. Кровоизлияние в просвет канала (стрелка). Окраска гематоксилином и эозином,  $\times 100$

После извлечения катетера его стенки сразу обрабатывали лазерным излучением. Динамика изменений количества клеточных элементов в стенке свищевого хода в опытной и контрольной группах представлена в табл. 1.

Через 1 сутки после воздействия лазерного излучения на стенки свищевого хода в нем выявлялись мелкие фрагменты ожоговых частиц среди клеточного инфильтрата, свежие и выщелоченные эритроциты. Клеточные элементы были представлены нейтрофилами, лимфоцитами, макрофагами, единичными фибробластами. Морфометрические исследования позволили выявить статистически значимое снижение количества эритроцитов и нейтрофилов в стенке свища по сравнению с таковыми значениями у контрольных животных.

Через 3 суток в обеих группах в стенке свищевого хода отмечена выраженная пролиферация остеогенных элементов костных фрагментов. В опытной группе имело место снижение содержания всех клеточных элементов и увеличение количества фибробластов по сравнению с данными в контрольной группе. В опытной группе наблюдалось появление коллагеновых волокон, а диаметр свищевого хода сужался до 200–400  $\text{мкм}$ .

Через 7 суток костные дефекты в решетчатой пластинке животных опытной группы были заполнены волокнистой соединительной тканью с большим количеством сосудов микроциркуляторного русла, пролиферирующими остеогенными элементами надкостницы с 2–5 слоями клеток. В инфильтрате стенки свищевого хода у контрольных животных число эритроцитов и нейтрофилов было значительно выше, чем в опытной группе. Статистически достоверно в опытной группе снизилось и ко-

**Таблица 1**

**Динамика изменения количества клеточных элементов в стенке свищевого хода в опытной и контрольной группе, N/мм<sup>2</sup>, Me (LQ; UQ)**

Клеточные элементы		Сроки исследования, сутки					
		1	3	7	14	21	30
Эритроциты	Опыт	294 (157; 380)*	252 (149; 364)*	498 (351; 663)*	85 (61; 161)	60 (46; 89)	80 (45; 127)
	Контроль	762 (359; 1052)	1926 (1215; 2471)	2201 (1768; 2649)	110 (73; 204)	125 (74; 267)	96 (52; 162)
Нейтрофилы	Опыт	1374 (859; 1534)*	1076 (752; 1386)*	1523 (1165; 1845)*	1641 (1371; 2054)	695 (453; 936)	343 (196; 570)
	Контроль	2285 (1913; 2630)	3623 (3156; 4023)	2201 (1895; 2678)	1339 (875; 1549)	667 (463; 897)	326 (201; 454)
Лимфоциты	Опыт	1361 (963; 1751)	1396 (958; 1658)*	1640 (1325; 1854)*	1828 (1125; 2158)	929 (789; 1369)*	391 (198; 511)
	Контроль	1562 (1356; 1895)	4679 (4158; 4954)	3553 (3025; 4024)	2417 (2015; 2792)	1805 (1652; 2356)	660 (470; 856)
Макрофаги	Опыт	356 (198; 512)*	1198 (845; 1368)*	1551 (1257; 1851)*	1500 (1286; 1863)*	724 (498; 987)	317 (234; 605)
	Контроль	800 (612; 1106)	3348 (2856; 3681)	5000 (4569; 5456)	2678 (2236; 2965)	2722 (2158; 3058)	1058 (815; 1485)
Фибробласты	Опыт	122 (89; 301)	893 (536; 1123)	2470 (2058; 2859)*	3903 (3328; 4387)	2198 (1789; 2547)*	1617 (1368; 1973)
	Контроль	153 (83; 395)	1011 (732; 1569)	1044 (801; 1456)	4360 (3820; 4879)	7250 (6315; 7659)	1533 (1285; 1954)
Коллагеновые волокна (тыс. мкм <sup>2</sup> /мм <sup>2</sup> )	Опыт	–	–	791 (675; 923)*	711 (654; 903)*	889 (704; 995)*	626 (480; 856)
	Контроль	–	–	696 (522; 790)	643 (512; 705)	647 (498; 826)	586 (457; 726)
Кровеносные сосуды (тыс. мкм <sup>2</sup> /мм <sup>2</sup> )	Опыт	–	–	305 (275; 332)*	353 (313; 395)*	242 (206; 276)*	175 (156; 203)
	Контроль	–	–	197 (165; 232)	185 (164; 222)	197 (176; 223)	162 (141; 185)

\* Статистическая значимость различий между показателями опыта и контроля  $p < 0,05$  по критерию Манна–Уитни.

личество лимфоцитов и макрофагов. В слизистой оболочке этмоидальных ячеек и придаточных пазух в обеих группах животных сосуды были расширены, заполнены эритроцитами, был выражен лейкопедез. У отдельных животных контрольной группы на стороне повреждения отмечался гнойный эксудат.

Через 14 суток после лазерного воздействия просвет ликворного свища был полностью выполнен молодой грануляционной тканью, в которой находились мелкие костные фрагменты в состоянии пазушного и гладкого рассасывания. Вокруг костных фрагментов наблюдалась активация остеогенных элементов. В контрольной группе в этот срок исследования еще сохранялся просвет канала, выстланный уплощенными клетками, в стенке его выявлялись все клетки воспалительного инфильтрата. Количество нейтрофилов превосходило таковое у животных опытной группы (рис. 2) и составило в процентном соотношении с другими клетками инфильтрата в контрольной и опытной группе соответственно 18,5% (12,2; 26,3) и 5,9% (4,6; 13,2),  $p = 0,041$ . Доля фибробластов на равной площади гистологического среза составила соответственно 44,0% (31,2; 56,3) и 65,2% (45,6; 73,2),  $p = 0,041$ .

Площадь, занимаемая коллагеновыми волокнами в стенке свища в 1 мм<sup>2</sup> гистологического среза у животных опытной группы, превосходила таковую у животных контрольной группы,  $p = 0,035$ . Статистически достоверно различались и показатели площади сосудов в грануляционной ткани свищевого хода у животных опытной и контрольной групп,  $p = 0,002$ .

На 21-е сутки эксперимента область ликворного свища у животных опытной группы была полностью выполнена грануляционной тканью, поля которой проникали сквозь костные дефекты в полость черепа (рис. 3, 4). В этот срок исследования количество клеточных элементов снижалось, а площади, занимаемые коллагеновыми волокнами и сосудами, статистически достоверно превышали значения этих показателей в контрольной группе.

Через 30 суток как в опытной, так и в контрольной группе снижалось количество всех клеточных элементов в грануляционной ткани, выполняющей полностью свищевой ход.

Проведенное исследование показало, что в стенке свищевого хода после воздействия ВИЛИ уже с первых суток количество всех клеток инфильтрата (нейтрофилов, макрофагов, лимфоцитов) в опытной группе было

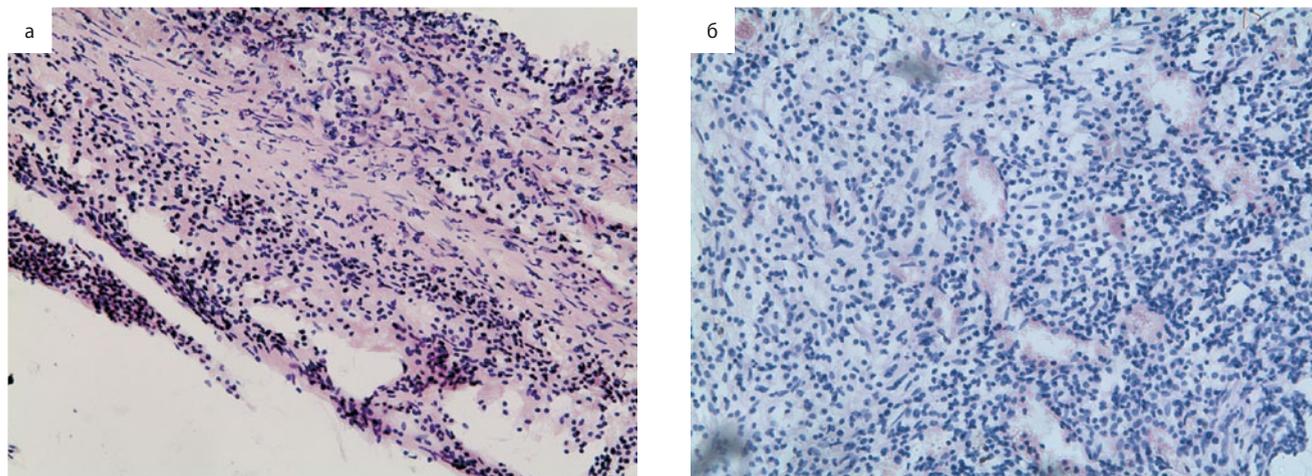


Рис. 2. Микрофотография стенки свища через 14 суток: а – после применения лазерного излучения; б – контроль. Окраска гематоксилином и эозином,  $\times 200$

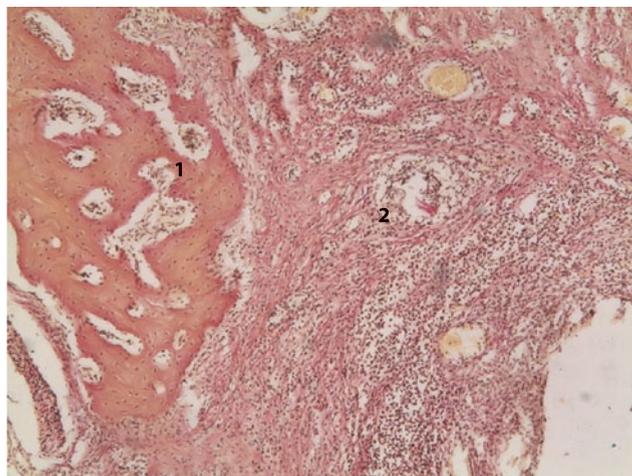


Рис. 3. Стенка свищевых хода через 21 сутки после воздействия лазерного излучения: 1 – костные фрагменты; 2 – грануляционная ткань. Окраска по методу ван Гизона,  $\times 100$

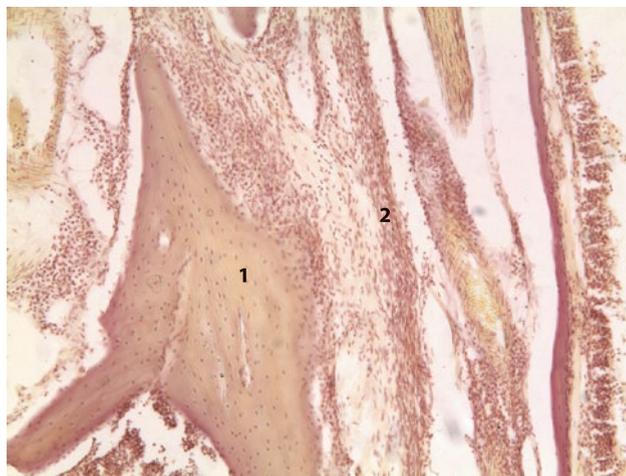


Рис. 4. Стенка свищевых хода через 21 сутки, контроль: 1 – костные фрагменты; 2 – грануляционная ткань. Окраска по методу ван Гизона,  $\times 100$

ниже, чем в контрольной, что соответствует литературным данным о менее выраженной экссудативной фазе воспаления в лазерных ранах [15].

Согласно литературным данным, для лазерных повреждений характерна активная ранняя пролиферация элементов макрофагального и фибробластического ряда, обуславливающая ход репаративного процесса по типу асептического продуктивного воспаления [5]. Редуцированная инфильтративная фаза воспаления и активная пролиферативная стадия воспаления обуславливают раннее образование рубца [14].

Увеличение количества фибробластов и коллагеновых волокон в области свищевых ходов с 7-х суток после лазерного облучения стенок свищевых ходов по сравнению с этими показателями в контрольной группе свидетельствовало о более раннем наступлении пролиферативной фазы воспаления и ее более яркой выраженности. Созревание рубцовой ткани в опытной группе происходило быстрее на 7 суток по сравнению с данными контрольной группы.

Одним из эффектов действия высокоинтенсивного лазерного воздействия на ткани является образование васкуляризованного соединительно-тканного рубца и активизация процессов неоангиогенеза в области воздействия, причем данный эффект не зависит от вида ткани, на которую производится воздействие (миокард, скелетные мышцы, печень, поджелудочная железа, ишемизированные ткани головного мозга и др.) [4, 11]. Этот эффект объясняется участием в процессе ряда сателлитных клеток, которые не являются органоспецифическими (прежде всего тучные клетки и фибробласты, а также тромбоциты, нейтрофилы и макрофаги). Активизация этих клеток под действием лазерного излучения, с одной стороны, обеспечивает в зоне повреждения адекватную концентрацию факторов роста и их рецепторов (основного фактора роста фибробластов, фактора роста тромбоцитарного происхождения, фактора роста сосудистого эндотелия и других), что усиливает пролиферативную активность эндотелиальных и гладкомышечных клеток, их миграцию и способность к дифференцировке, а с другой стороны, эти клетки являются источником протеоли-

тических ферментов в зоне неоангиогенеза, обеспечивая таким образом разрушение контактов клеток между собой, с базальными мембранами ранее существовавших сосудов и внеклеточным матриксом, что обеспечивает прорастание ткани новообразующимися сосудами [4].

Проведенные морфометрические исследования показали, что уже с 7-х суток в опытной группе увеличиваются площади, занимаемые коллагеновыми волокнами и сосудами микроциркуляторного русла в грануляционной ткани свищевых ходов после облучения лазером, по сравнению с таковыми в контроле. Улучшенное кровоснабжение области свищевых ходов за счет расширения сосудов и неоангиогенеза в результате лазерного воздействия может способствовать закрытию костных дефектов [10].

### Вывод

Воздействие высокоэнергетического лазерного излучения на стенки моделированного ликворного свища способствует более раннему созреванию формирующейся в просвете грануляционной ткани и ускоряет его заживление: полное закрытие просвета свищевых ходов в опытной группе происходит на 14-е сутки, в контрольной – на 21-е сутки.

### Литература

1. Ануфриева С.С. Высокоинтенсивное лазерное излучение в лечении фиброно-кистозной формы дисгормональной дисплазии молочных желез // Медицина Урала. – 2007. – № 4. – С. 17–18.
2. Бордуновский В.Н., Бондаревский И.Я. Лазерные технологии в хирургии паренхиматозных органов брюшной полости // Дальневосточный медицинский журнал. – 2006. – № 1. – С. 64–66.
3. Гужин В.Э., Козель А.И., Гужина А.О., Игнатьева Е.Н. Первый опыт эндовенозной лазерной коагуляции в лечении варикозной болезни // В сб.: Лазерные технологии в медицине / Под ред. А.И. Козеля. – Челябинский гос. ин-т лазерной хирургии. – Челябинск, 2006. – С. 85–86.
4. Головнева Е.С. Механизм универсальной активизации неоангиогенеза после воздействия высокоинтенсивного лазерного излучения на ишемизированные ткани / Е.С. Головнева // Вест. новых мед. технологий. – 2003. – Т. 10. – № 1–2. – С. 15–17.
5. Елисеенко В.И. Особенности заживления лазерных ран // Лазерная медицина. – 2011. – Т. 15. – В. 2. – С. 24.

6. *Елисеенко В.И., Скобелкин О.К., Брехов Е.И.* Особенности заживления коагулированных лазерным излучением источников острых желудочных кровотечений // Бюл. экспер. биологии и медицины. – 1982. – Т. ХСIII, № 1. – С. 106–109.
7. *Капитанов Д.Н., Лопатин А.С., Потапов А.А.* Эндоскопическая диагностика и лечение назальной ликвореи // Вестн. оториноларингологии. – 2003. № 4. – С. 20–24.
8. Патент 2395849 РФ Способ хирургического моделирования ликворного свища / Под ред. Г.В. Кузнецова, С.Т. Исмаилова, Ж.А. Голощапова, Л.В. Астахова // Оpubл. 27.07.2010, Бюл. – № 21. – 5 с.
9. *Плужников М.С., Лопотко А.И., Рябова М.А.* Лазерная медицина в оториноларингологии – Минск: ИП-АНАЛМ, БДП, 2000. – 224 с.
10. *Привалов В.А., Крочек И.В., Абушкин И.А. и др.* Лазерная остеоперфорация в лечении воспалительных и деструктивных заболеваний костей // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. – 2009. – Т. 2. – № 1. – С. 19–28.
11. *Ревель-Муроз Ж.А., Голошова Е.С., Савцов С.А.* Активация неоангиогенеза высокоинтенсивным лазерным воздействием на поджелудочную железу при хроническом панкреатите // Вестник новых медицинских технологий. – 2009. – Т. 16. – № 1. – С. 12.
12. *Daudia A., Biswas D., Jones N.S.* Risk of meningitis with cerebrospinal fluid rhinorrhea // Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. – 2007. – Vol. 116. – № 12. – P. 902–905.
13. *Eicher C.A., Adelson A.B., Himmelberg J.A., Chintalapudi U.* Laser ablation of a biliary duct for treatment of a persistent biliary-cutaneous fistula // J. Vasc. Interv. Radiol. – 2008. – Vol.19. – P. 294–297.
14. *Jawad M.M., Alam M.K., AbdulQader S.T., Al-Azzawi L.M.* Histological Healing Response of Soft Tissue Incisions Made by Diode Laser on Rabbits Skin // International. Medical. Journal. – 2013. – Vol. 20. – № 4. – P. 502–504.
15. *Joffe S.N., Oguro Y. ed al.* Advances in Nd-YAG laser surgery. Springer, New York, 1988. – 368 p.

Поступила в редакцию 16.02.2017 г.

Для контактов: Голощапова Жанна Александровна  
E-mail: laser-chelyabinsk@yandex.ru

УДК 616-002.3:616-002.34:616-002.44

Раджабов А.А., Дербенев В.А., Исмаилов Г.И., Спокойный А.Л.

## Антибактериальная фотодинамическая терапия гнойных ран мягких тканей

Radjabov A.A., Derbenev V.A., Ismailov G.I., Spokoyny A.L.

### Antibacterial photodynamic therapy of purulent wounds in soft tissues

ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА России», г. Москва

**Цель исследования.** Оптимизация лечения больных с гнойными ранами мягких тканей различного генеза с использованием лазерной фотодинамической терапии. **Материалы и методы исследования.** Проведен анализ результатов комплексного обследования и лечения 125 пациентов с гнойными ранами мягких тканей различного генеза. В контрольной группе больным проводили традиционное местное лечение ран, использовали антисептики различной физической формы в зависимости от фаз течения раневого процесса. Пациентам основной группы выполняли лазерную ФДТ с микрокапсулированной формой 0,1% фотодитазина, комплексированного с амфифильными полимерами и гидроксиапатитом, в виде геля. Изучали динамику течения раневого процесса в зависимости от фазы течения. **Результаты исследования.** ФДТ гнойных ран мягких тканей с применением фотодитазина, комплексированного с амфифильными полимерами, в гелевой и микрокапсулированной формах обуславливает выраженную активизацию процессов очищения ран от некротизированных тканей, масс фибрина и колоний микроорганизмов в зоне первичного раневого канала. **Заключение.** Фотодинамическая терапия гнойных ран мягких тканей с фотодитазинем, комплексированным с амфифильными полимерами в гелевой или микрокапсулированной формах, по данным клинических, цитологических, гистологических и бактериологических исследований высокоэффективно и значительно превосходит традиционные методики. **Ключевые слова:** фотодинамическая терапия, гнойная рана, фотосенсибилизатор.

**Purpose.** To optimize treatment of patients with purulent wounds in soft tissues of various genesis using laser photodynamic therapy (PDT). **Material and methods.** The authors have analyzed results of complex examination and management of 125 patients with purulent wounds in soft tissues of various genesis. In the control group, patients had traditional topical therapy of wounds with antiseptics of various physical forms depending on the phase of wound process. Patients from the studied group has laser PDT with microcapsulated 0.1% Photoditazine preparation complexed with amphiphilic polymers and hydroxyapatite in a gel form. The researchers studied the dynamics of wound process depending of the process phase. **Results.** PDT of purulent wounds using Photoditazine complexed with amphiphilic polymers and hydroxyapatite in gel and microcapsulated forms causes marked activation of processes purifying wound of necrotized tissues, fibrin and microorganism colonies in the zone of primary wound canal. **Conclusion.** Photodynamic therapy of purulent wounds in soft tissues with Photoditazine complexed with amphiphilic polymers and hydroxyapatite in gel and microcapsulated forms is highly effective, and far exceeds traditional techniques as it has been proven by clinical, cytological, histological and bacteriologic examinations. **Key words:** photodynamic therapy, purulent wound, photosensitizer.

#### Введение

В настоящее время во всем мире интенсивно развивается новая технология – фотодинамическая терапия (ФДТ). Суть метода состоит в том, что многие биологические объекты (раковые клетки, микробы) накапливают определенные красители-фотосенсибилизаторы, в результате чего они становятся чувствительными к воздействию энергии низкоинтенсивного

лазерного излучения соответствующей длины волны [5, 6, 8, 14, 15]. В сенсibilизированных клетках и тканях развивается фотохимическая реакция с выделением синглетного кислорода и свободных радикалов – высокоактивных биологических окислителей, которые являются цитотоксичными для большинства биологических объектов и, в частности, для опухолевых клеток и некоторых микроорганизмов и т. п. [1–3, 4, 12].