

## КОМБИНИРОВАННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ОЗОНА НА ЗАЖИВЛЕНИЕ ГНОЙНОЙ РАНЫ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ И КЛИНИКЕ

Е.А. Назаров, В.Г. Папков, И.А. Фокин

Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова

*В эксперименте на 30 крысах и в клинике при лечении 34 больных изучалось комбинированное воздействие озона, ультрафиолетового и гелий-неонового лазера на заживление гнойной раны. О результатах судили по скорости заживления ран, данным цитологического и гистологического исследования, а также по изменениям в крови. Эксперименты показали, что совместное применение ультрафиолетового лазера и озона позволяет в 1,4 раза сократить сроки эпителизации гнойной раны, а дополнительное облучение ее во второй фазе раневого процесса гелий-неоновым лазером ускоряет дифференцировку и созревание вновь образованного кожного покрова. Каждый из физико-химических факторов (озон, ультрафиолетовый и гелий-неоновый лазер) оказывает благоприятное воздействие на клиническое течение гнойного процесса, а их последовательное применение позволяет добиться наилучших результатов у 79,4% больных.*

*Combined influence of ultra-violet, helium-neon lasers and ozone on the healing of purulent wound was studied in experiment (30 rats) and clinic (30 patients). The results were evaluated by the rate of wound healing, cytologic and histologic pictures as well as the changes in blood content. The experimental study showed that combined application of ultra-violet laser and ozone 1.4 times reduced the time of purulent wound epithelization and additional irradiation by helium-neon laser performed in the second stage of wound process accelerated proliferation and differentiation of the newly formed integument. Each of those physical-chemical factors (ozone, ultra-violet and helium-neon lasers) exerted positive effect on a purulent wound and their consecutive application allowed to achieve the best results in 79.4% of cases.*

Гнойно-воспалительные заболевания кожи и инфекционные осложнения ран не имеют тенденции к снижению. Так, по данным Х.А. Мусалатова и соавт. [8], частота нагноения даже «чистых» послеоперационных ран достигает 5%, а загрязненных — 25–30%. Помимо прочего, это, бесспорно, сказывается на стоимости лечения больных, так как цены на лекарства неуклонно растут. В этой связи возникает необходимость разработки новых эффективных и, что немаловажно, недорогих способов лечения.

В литературе имеются сообщения о благоприятном влиянии на раневую процесс различных видов лазерного излучения [1–6, 10–14] и озона [7]. Вместе с тем сведений о воздействии этих факторов на заживление гнойной раны при их комбинированном применении мы не обнаружили, что и послужило основанием для проведения настоящего исследования.

**Экспериментальная часть работы** выполнена на 30 крысах-самках массой 100–120 г. Под эфирным наркозом на боковой поверхности тела животных создавали раны глубиной до фасции и площадью 2 см<sup>2</sup>. Со 2-го дня раны подвергали воздействию лазерного облучения и озона по 3 мин в течение 5 дней. Использовали ультрафиолетовый (ЛГИ–550 с мощностью на выходе 4 мВт) и гелий-неоновый (ЛГИ–75 с мощностью

1,5 мВт) лазеры, а также озонатор НПО «Плазма», создающий концентрацию озона 120 мг/м<sup>3</sup> в минуту.

Проведено 5 серий опытов (по 6 крыс в каждой): I серия — девитализация животных на 2-й день для подтверждения нагноения ран; II серия — контрольная (без воздействия лазером и озоном); III серия — облучение ран ультрафиолетовым лазером; IV серия — облучение ран ультрафиолетовым лазером в комбинации с воздействием озоном; V серия — в первые 5 дней облучение ран ультрафиолетовым лазером в комбинации с воздействием озоном, в последующие 5 дней (фаза регенерации) — облучение гелий-неоновым лазером в течение 3 мин. О результатах судили по степени заживления ран, вычисляли их площадь по Л.З. Пономаревой-Астраханцевой [9], проводили цитологическое и гистологическое исследование. Скорость заживления ран и раневое отделяемое оценивали на 2, 4, 7, 10 и 13-е сутки наблюдения.

Как показала I серия опытов, на 2-й день эксперимента раны имели серозно-гнойный налет, края их были отечны. При гисто-



логическом исследовании раневого дефекта определялись фибринозно-гнойные наложения.

На 4-е сутки в контрольной серии размер ран оставался прежним. Раны были покрыты струпом, по снятии которого обнаруживалось гнойное отделяемое. Воздействие ультрафиолетовым лазером (III серия) и ультрафиолетовым лазером в комбинации с озоном (IV серия) приводило к сравнительно быстрому уменьшению как размера ран, так и количества серозно-гнойного отделяемого. При этом объем отделяемого из ран у животных, получивших комбинированное воздействие, был значительно меньше, чем у подвергнутых только облучению ультрафиолетовым лазером.

На 7-е сутки эксперимента у животных контрольной серии раны уменьшились в размере ( $1,29 \pm 0,55 \text{ см}^2$ ). У 4 крыс имелась краевая эпителизация, а по снятии струпа определялась тусклая розовая поверхность. У 2 крыс раны были покрыты серозно-гнойным отделяемым, краевая эпителизация отсутствовала. При облучении ультрафиолетовым лазером раны также уменьшились в размере ( $0,7 \pm 0,21 \text{ см}^2$ ). По снятии струпа были видны красные грануляции с незначительным серозным отделяемым. Краевая эпителизация была более выражена, чем в контрольной серии. Комбинированное воздействие приводило к достоверному уменьшению площади ран ( $0,65 \pm 0,1 \text{ см}^2$ ), а их поверхность была покрыта ярко-красными грануляциями со скудным серозным отделяемым.

На 10-е сутки у животных контрольной серии средний размер ран составлял  $0,9 \pm 0,35 \text{ см}^2$ , имелось серозно-гнойное отделяемое. В III серии средний размер ран равнялся  $0,33 \pm 0,01 \text{ см}^2$ , отделяемое отсутствовало. У животных IV и V серий наступила эпителизация ран (рис. 1).

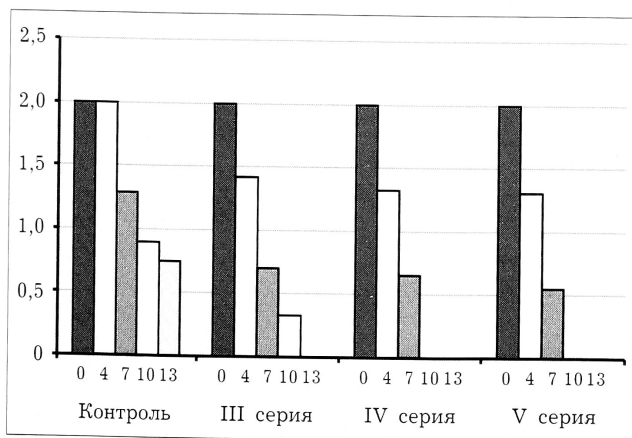


Рис. 1. Динамика площади ран у экспериментальных животных в зависимости от вида лечебного воздействия.

По оси абсцисс — срок наблюдения (в сут), по оси ординат — площадь ран (в  $\text{см}^2$ ).

На 13-е сутки в контрольной серии раны оставались у 4 животных ( $0,75 \pm 0,3 \text{ см}^2$ ), а в III серии — только у одного ( $0,2 \text{ см}^2$ ).

Цитологическое исследование раневого экссудата показало, что у животных контрольной серии на 2-е сутки наблюдения половину клеток составляли нейтрофилы, количество лимфоцитов несколько превышало количество макрофагов (рис. 2). С увеличением срока наблюдения (7 дней) количество нейтрофилов возрастало, а лимфоцитов и макрофагов снижалось, причем последних — более быстрыми темпами.

У животных III серии на 2-е сутки в экссудате выявлено значительное преобладание нейтрофилов (70,2%) над другими клетками. Лимфоцитов было больше, чем макрофагов (см. рис. 2). Встречались единичные эпителиальные клетки.

В IV серии опытов в этот же срок количество нейтрофилов в раневом экссудате (55,9%) незначительно превышало этот показатель в контроле, но было ниже, чем в III серии. Количество макрофагов и лимфоцитов оказалось меньше, чем в контроле, но по сравнению с III серией количество макрофагов было повышено, а лимфоцитов — снижено. С увеличением числа сеансов комбинированного воздействия происходило возрастание количества нейтрофилов (71,6%) и лимфоцитов со снижением количества макрофагов.

У животных V серии на 7-й день наблюдения выявлено значительное уменьшение количества нейтрофилов (27,8%) и увеличение количества лимфоцитов и макрофагов (см. рис. 2).

Анализ клеточного состава раневого отделяемого в разных группах животных показал, что под влиянием комбинированного воздействия озона и ультрафиолетового лазера первоначальный подъем содержания нейтрофилов сменяет-

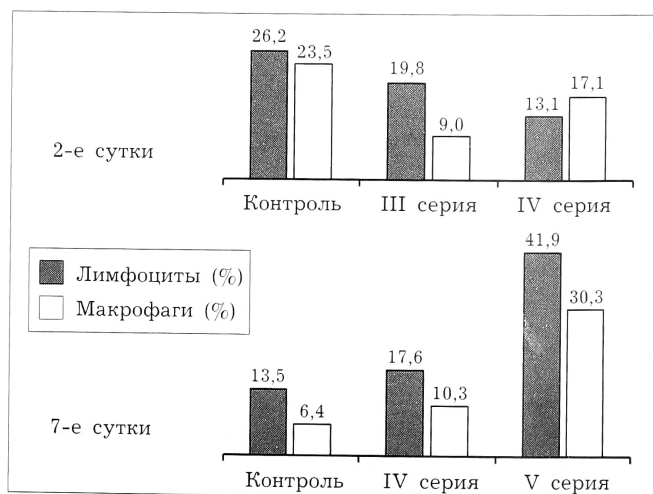


Рис. 2. Динамика клеточного состава экссудата ран у экспериментальных животных в зависимости от вида лечебного воздействия.

ся нарастанием количества макрофагов и лимфоцитов. Это можно расценить как показатель быстрого очищения гнойных ран с последующим повышением уровня клеточных иммунных реакций, что благоприятно сказывается на течении регенеративных процессов.

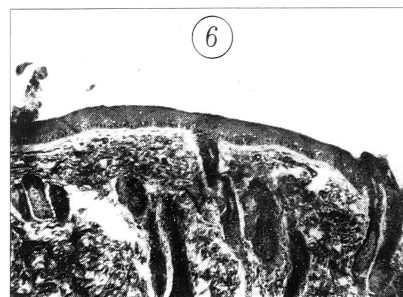
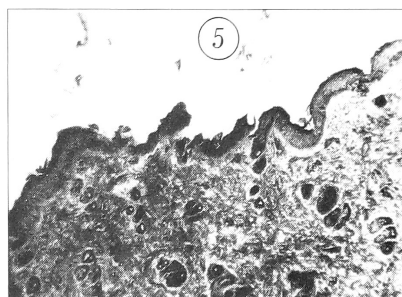
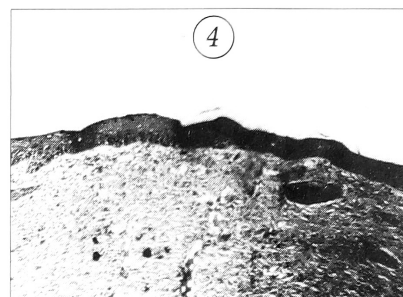
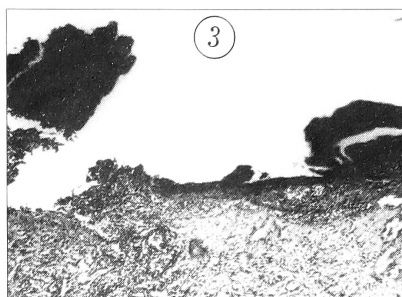
На 15-е сутки эксперимента животные II–V серий были выведены из опыта для морфологического исследования зоны ранений. Выявлено, что в контрольной серии эта зона покрыта фибринозно-лейкоцитарным экссудатом и представлена тонким слоем фибробластов со слабо выраженной пролиферацией эпидермиса (рис. 3). В III серии опытов эпителий зоны ранений был дифференцирован на слои (рис. 4). У животных, подвергнутому комбинированному воздействию (IV серия), при наличии дифференцированного эпителия в дерме определялись волосяные фолликулы (рис. 5). Наиболее выраженная дифференцировка отмечена в V серии опытов: эпителий имел роговой слой, а в подлежащей дерме находились сформированные волосяные фолликулы (рис. 6).

**Клиническое изучение** воздействия указанных физико-химических факторов на течение гнойного процесса проведено у 34 больных (28 мужчин и 6 женщин) в возрасте от 17 до 72 лет (см. таблицу). Самую большую группу (17 человек) составляли пациенты с посттравматическим остеомиелитом. У 12 больных были гнойные раны конечностей (резаные, ушибленные, после вскрытия абсцессов и флегмон), у 5 — огнестрельные ранения мягких тканей конечностей.

Озонотерапия проведена 14 пациентам (1-я группа). Пораженную конечность помещали в специально подготовленный полиэтиленовый пакет с двумя трубками и создавали герметичность. Через первую трубку в пакет нагнетали озон под давлением 2–3 мм рт. ст. Время экспозиции составляло 20 мин. Затем отработанный озон через вторую трубку выводили в атмосферу. Курс лечения включал 10 сеансов.

Озонирование патологического очага с одновременным облучением его ультрафиолетовым лазером (5 мин в течение 10 дней) применено у 3 больных (2-я группа).

Аналогичное воздействие озоном и ультрафиолетовым лазером в течение 5 дней и облучение патологического очага гелий-неоновым ла-



**Рис. 3.** Фибринозно-лейкоцитарный экссудат на дне раневого дефекта. Участки горизонтально ориентированных фибробластов в глубоких отделах дна раны (контрольная серия опытов).

Здесь и на рис. 4–6: окраска гематоксилином и эозином. Ув. 120.

**Рис. 4.** Дифференцировка регенерированного эпителия на слои. Отсутствие волосяных фолликулов в дерме (III серия опытов).

**Рис. 5.** Эпителизация раневого дефекта с дифференцировкой слоев. Регенерация волосяных фолликулов в дерме (IV серия опытов).

**Рис. 6.** Завершенная дифференцировка эпидермиса и волосяных фолликулов (V серия опытов).

зером (5 мин) в последующие 5 дней предпринято у 17 больных (3-я группа).

Наблюдения показали, что у 11 больных 1-й группы после 4–5 сеансов озонирования уменьшились отек тканей и количество гнойного отделяемого из патологического очага. После 10 сеансов отека тканей не было, раны уменьши-

**Распределение больных по нозологии и виду проведенного лечения**

Вид лечения	Гнойные раны	Огнестрельные раны	Посттравматический остеомиелит	Всего больных
Озонирование	7	2	5	14
Озонирование + облучение ультрафиолетовым лазером	1	–	2	3
Озонирование + облучение ультрафиолетовым + гелий-неоновым лазером	4	3	10	17
<b>Итого ...</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>34</b>

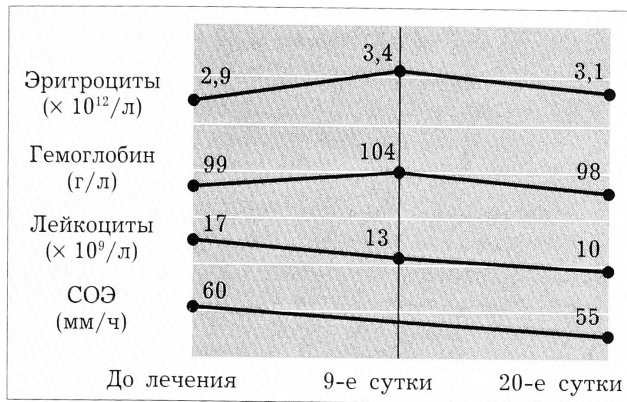


Рис. 7. Динамика показателей крови у больного А. Диагноз: рваная рана средней трети правого плеча (проведено озонирование раны).

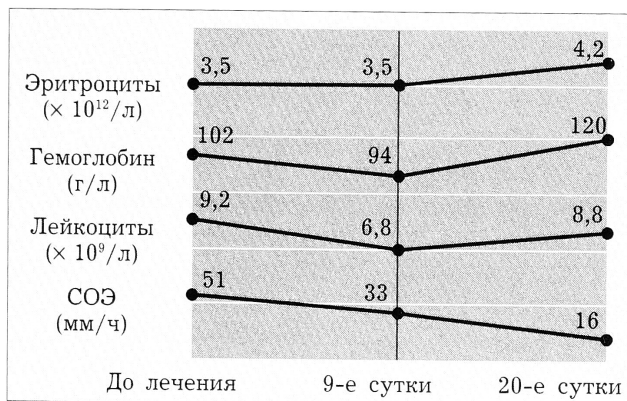


Рис. 8. Динамика показателей крови у больного С. Диагноз: рваная рана верхней трети левой голени (проведено озонирование с облучением раны ультрафиолетовым и гелий-неоновым лазером).

лись в размере, появились розовые грануляции с хорошей эпителизацией по краям. У 3 пациентов со свищевой формой посттравматического остеомиелита улучшения не наступило.

У больных 2-й группы после 5-6 сеансов комбинированного воздействия исчезли боли, зуд и жжение в области раны. На 3 дня раньше, чем в 1-й группе, появились розовые грануляции.

Аналогичный эффект комбинированного воздействия озона и ультрафиолетового лазера отмечен и у пациентов 3-й группы. Помимо этого, применявшееся у них дополнительное облучение патологического очага гелий-неоновым лазером приводило к сокращению на 2-3 дня сроков заживления гнойных и огнестрельных ран. У 6 из 10 больных с посттравматическим «концевым» остеомиелитом закрылись свищи. Остальным 4 пациентам в связи с обострением процесса выполнена секвестрнекрэктомия.

Положительная клиническая динамика сопровождалась улучшением картины крови по данным лабораторных исследований у всех пациентов, причем у больных 3-й группы уменьшение

анемии, лейкоцитоза и снижение скорости оседания эритроцитов были наиболее выраженными (рис. 7, 8).

## Выводы

1. Комбинированное применение ультрафиолетового лазера и озона позволяет значительно сократить сроки эпителизации гнойной раны, а дополнительное облучение ее во второй фазе раневого процесса гелий-неоновым лазером ускоряет созревание вновь образованного кожного покрова у экспериментальных животных.

2. Каждый из физико-химических факторов (озон, ультрафиолетовый и гелий-неоновый лазер) оказывает благоприятное воздействие на течение гнойного процесса, а их совместное применение позволяет добиться хороших результатов у большинства пациентов.

3. Необходимо дальнейшее изучение комбинированного воздействия на организм больного озона и лазерного излучения с привлечением современных инструментальных и лабораторных методов исследования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Байбеков И.М., Мавлян-Хаджаев Р.Ш., Туманов В.П., Усманов Х.Х. //Бюл. экспер. биол. — 1995. — Т. 119. — С. 218-224.
2. Барковский В.С. //Арх. пат. — 1983. — Т. 45, вып. 8. — С. 72-76.
3. Безчинская М.Я., Александров М.Т. //Вестн. оторинолар. — 1989. — N 5. — С. 65-71.
4. Берглезов М.А., Вялько В.В., Угнивенко В.И. //Вестн. травматол. ортопед. — 1996. — N 3. — С. 51-54.
5. Брискин Б.С., Полонский А.П., Алиев И.М. //Клин. мед. — 1991. — Т. 74, N 1. — С. 54-55.
6. Зеляк В.Л., Юрах Е.М., Герелюк И.П., Герзанич И.И. //Врач. дело. — 1985. — N 8. — С. 108-110.
7. Кудрявцев Б.П., Болотников А.И., Семенов С.В. и др. //Воен.-мед. журн. — 1997. — N 2. — С. 66-67.
8. Мусалатов Х.А., Елисеев А.Г., Горшков С.З., Гаркави А.В. Хирургия катастроф. — М., 1998. — С. 159.
9. Пономарева-Астраханцева Л.З. //Воспроизведение заболеваний у животных для экспериментально-терапевтических исследований. — Л., 1954. — С. 66-83.
10. Сажин В.П., Глушко В.А., Авдовенко А.Л., Рукин А.Н. Применение лазеров в медицине и хирургии. — М., 1989. — С. 217-219.
11. Семенов Ф.В., Галенко-Ярошевский П.А., Бабичев С.А. //Бюл. экспер. биол. — 1991. — Т. 121, N 6. — С. 654.
12. Стригина Л.П. //Здравоохр. Казахстана. — 1988. — N 1. — С. 48-50.
13. Суворов И.М., Добрынина В.В., Ушакова И.Н. и др. //Врач. дело. — 1981. — N 9. — С. 10-15.
14. Шортошбаев А.А. //Здравоохр. Казахстана. — 1976. — N 4. — С. 83-84.