

Г.С. Евтушенко, В.С. Петракова, И.Ф. Удалый

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРОВ В МЕДИЦИНЕ

Рассмотрены основные аспекты применения лазеров в медицине. Показано влияние низкоинтенсивного медного лазера с $\lambda=510$ и 578 нм на опухолевый процесс. Приведены сравнительные клинические данные по лазерной терапии язвенной болезни желудка гелий-неоновым лазером и на парах меди. Клинический материал представлен многочисленными наблюдениями. Наилучший эффект получен при использовании лазера на парах меди у пациентов с хроническими каллезными язвами.

История оптических квантовых генераторов (лазеров) начала отсчет третьего десятилетия. Диапазон применения лазеров продолжает стремительно расширяться, охватывая все новые и новые сферы. Термины лазерология, лазерная медицина, лазерная терапия стали уже привычными.

Практика доказала справедливость мнения одного из родоначальников квантовой физики, лауреата Нобелевской премии А.М. Прохорова о том, что основное назначение лазера – применение его в биологии и медицине. Однако главная проблема на сегодняшний день – это малая изученность воздействия лазерных лучей на органы и биологические ткани. Важнейшими факторами, определяющими результат взаимодействия лазерного излучения с биологической тканью, являются следующие: длина волны излучения, оптическая поглощаемость тканей, доза и время воздействия. В связи с этим применение лазеров в медицине осуществляется по таким направлениям, как:

- а) лазерная хирургия (лазерная коагуляция и лазерный скальпель) ;
- б) лазерная диагностика (фотодиагностика, фотохимиодиагностика, оптическая и акустическая голография);
- в) лазерная терапия и фотохимиотерапия.

1. Лазерная коагуляция и лазерный скальпель занимают главенствующее положение в хирургии. Как указывают многие авторы [1, 2], в механизме действия мощных лазеров значительную роль играет термический эффект. Экспериментально подтверждено, что после абсорбции лучей лазера в зависимости от дозы облучения в тканях происходят молекулярно-кинетические изменения, проявляющиеся различной степенью повышения температуры. Возможны пики до нескольких сот градусов в облучаемых тканях, что вызывает изменения, аналогичные термическому ожогу. То есть в зависимости от дозы излучения лазера вызывает не только прогрессивное и коагуляцию, но и испарение тканей, которое составляет сущность разреза.

Качество разреза зависит также от длины волны лазерного луча. CO_2 -лазер работает в отдаленной инфракрасной области – 10600 нм. Его излучение в значительной степени поглощается в воде и мало рассеивается в тканях, что благоприятно для рассечения тканей. Лазерный скальпель на CO_2 -лазере нашел широкое применение в хирургии. Аргонный лазер излучает зеленый свет (514 нм). Его лучи поглощаются гемоглобином и пригодны для коагуляции. Излучение неодимового лазера (1060 нм) обладает хорошим коагулирующим действием. Его режущая способность в связи с рассеянием меньше. В последнее время коагулирующие свойства лазерного излучения используют для эндоскопической терапии. В [3] М. Панцирев сообщил об успешном клиническом применении лазерной установки на парах меди (510 нм) для коагуляции желудочных кровотечений. Коагуляционная деструкция опухолей применяется, главным образом, в бронхологии, офтальмологии, урологии и при опухолях кожи.

2. Лазерная фотодиагностика использует лучевые явления (флюоресценцию, фосфоресценцию), которые возникают в пораженной молекуле под воздействием облучения. Фотодиагностику можно использовать для обнаружения болезней по накоплению в тканях веществ, при нормальных условиях здесь не встречающихся.

Фотодиагностика (сенсibilизированная фотодиагностика) требует использования красителей, которые накапливаются в опухолевых клетках. В качестве красителей применяются: зозин, гематопорфирин, акридин, метиленовая синь и другие витальные красители. После облучения лазером можно обнаружить флюоресценцию опухолевых клеток на поверхности тела или эндоскопически.

Голография (лазерная фотография) – трехмерное изображение предмета, освещенного лучами лазера. С помощью оптической голографии можно исследовать поверхность тела человека, а эндоскопически – внутреннюю поверхность полых органов. С помощью акустической голографии можно изучать ткани и органы, недоступные для прямого обозрения. Диагностическое значение голографии, особенно акустической, в будущем, несомненно, возрастет.

3. Лазерная терапия и фотохимиотерапия применяются как для стимуляции биологических процессов, так и для фотодеструкции клеток и тканей. Излучение рубинового (694 нм), гелий-неонового (633 нм), аргонового (414 нм) лазеров, а также лазера на парах меди (510 нм) применяется для:

- общего облучения тела;
- внутривенного облучения крови;
- местного облучения в области патологического процесса или для ускорения заживления ран;

– облучения биологически активных точек и рефлексогенных зон. Наиболее широкое распространение получил гелий-неоновый лазер [4, 5]. Это объясняется доступностью лазера (он выпускается серийно, имеется несколько моделей медицинского назначения), относительной дешевизной и простотой в эксплуатации. Отмечено также [6], что монохроматический красный свет с длиной волны 630–650 нм оказывает на ткани стимулирующее действие, характерное для горизонтальной стимуляции: увеличивается фагоцитоз, улучшается функция ретикулоэндотелиальной системы, изменяется поверхностный потенциал клеток, появляются отрицательные ионы. Низкоэнергетические лазеры, мощность которых недостаточна для разрушения молекул, вызывают только разрыв химических связей внутри молекулы, тем самым изменяя ее активность. Это приводит молекулу в возбужденное состояние, и происходят различные фотохимические изменения, в частности образование свободных радикалов, которые характеризуются высокой реакционной способностью и оказывают выраженное активизирующее действие в отношении ряда ферментов, с помощью которых освобождается и утилизируется энергия биологических процессов. Лазерное облучение можно усиливать, применяя одновременно химические вещества. Тогда говорят о фотохимиотерапии. Фотодеструкция наступает тогда, когда биомолекула поглощает фотон с такой энергией, что переходит в ионизированное, или возбужденное, состояние. При этом силы связывания нарушаются, молекула распадается и клетка гибнет. В клинической практике для фотодеструкции опухолевой ткани применяется, главным образом, азотный лазер (337 нм); могут также использоваться рубиновый и аргоновый.

Фотохимидеструкция (биохимическая фотодеструкция) основана на фотодинамическом действии красителей на опухолевые клетки, при облучении которых происходит оксидация. Красители используются те же, что и при фотохимиодиагностике. Их можно наносить на поверхность опухоли, впрыскивать в нее или вводить парентерально. После чего следует провести облучение видимыми или УФ-лучами.

В последнее время появляются все новые и новые разработки лазерных терапевтических установок на базе гелий-неоновых лазеров. В частности, нами совместно с сотрудниками КТИ «Оптика» СО РАН разработаны медицинские терапевтические лазерные установки «Лазтер-03», «Лазтер-04», «Лазтер-05», которые с успехом применяются в клиниках Томска, Барнаула, Кемерово, Владивостока и других городов.

С гелий-неоновыми лазерами начинают конкурировать полупроводниковые лазеры, которые дешевле и проще в эксплуатации. Имеется большое количество публикаций, где отмечается их эффективность при лечении целого ряда патологий [7, 9, 10].

Лазеры на парах металлов, в частности на парах меди, относятся к малоизученным источникам излучения с точки зрения воздействия их на организм человека, поскольку они дефицитны, дорогостоящи, сложны в эксплуатации.

Экспериментальные данные Т.И. Кару показывают, что излучение лазера на парах меди (578 нм) в дозе 0,1–0,3 Дж/см² обладает наибольшей стимуляцией синтеза РНК, а значит, способствует ускорению синтеза белка, который связан со стимуляцией заживления ран [8].

Одними из первых начали использовать лазер на парах меди в экспериментальной и клинической практике томские медики, медики Москвы и Санкт-Петербурга. Наши исследования в 1982 году касались изучения влияния лазера на парах меди на микрофлору гнойных ран. Было отмечено более выраженное ингибирующее действие медного лазера, чем гелий-неонового. В течение 5–6 последующих лет проводилась большая экспериментальная работа по изучению влияния лазерного излучения на опухолевый рост и метастазирование. Результаты свидетельствуют, что излучение различных участков спектра обладает разным биологическим действием, характер которого зависит от характеристик излучателя. Так, например, He–Ne-лазер стимулирует рост опухоли, а медный – угнетает опухолевый рост и метастазирование. У опухолевых животных излучение $\lambda = 510$ нм стимулировало процессы регенерации кожных ран и одновременно тормозило развитие опухоли и метастазирование. Наилучший эффект получен при дозе 1 Дж/см². Излучение лазера на красителях с накачкой медным лазером с длиной волны 633 нм стимулировало процессы опухолеобразования. Результаты этих исследований позволили применять лазер на парах меди при лечении сопутствующей онкозаболеваниям гнойно-воспалительной патологии, при лечении послеоперационных воспалительных осложнений у онкологических больных, для которых многие виды физиотерапии были противопоказаны.

Клинические исследования, проведенные в 1985–1988 гг. в Томском НИИ онкологии, показали, что лазерная терапия с использованием медного лазера оказалась эффективной для онкологических больных с эмпиемой плевры и гнойными эндобронхитами при дозе облучения 0,1–0,2 Дж/см² и числе сеансов от 3 до 5. Лечение больных язвенной болезнью желудка, как предопухолевого состояния, так и эрозивно-язвенных осложнений после резекции желудка было эффективным при дозе 6 Дж/см² и числе сеансов от 7 до 10.

Хорошие результаты были получены при использовании медного лазера для профилактики и лечения лучевых осложнений. Нами предложен способ лечения влажного эпидерматита, вызванного нейтронным воздействием. Используется излучение лазера на парах меди в желто-зеленом спектре. Лазерный луч с помощью световода подается на участки кожи с развившимся осложнением. Облучение проводят методом последовательного сканирования по полям, число которых зависит от площади радиационного поражения.

Одной из основных областей применения медного лазера в настоящее время остается эндоскопия. Предлагаем вашему вниманию результаты, полученные при лечении язвенной болезни желудка и 12-перстной кишки. В группе наблюдения было 64 человека, из которых 65% – с длительно не заживающими язвами, не поддающимися медикаментозной терапии в течение 3 мес. Продолжительность заболевания свыше 3 лет составляла у 70% больных. У остальных – более 10 лет. У половины пациентов язвенный дефект был от 0,5 до 1,0 см в диаметре, а у 30% – превышал 1,0 см. Язвенный дефект локализовался у 42% больных в желудке, у остальных – в 12-перстной кишке.

Для эндоскопической лазеротерапии использовали гелий-неоновый лазер ЛГ-75 и лазер на парах меди. Для сравнения эффективности лечения за основу была взята общая доза на очаг 1–3 Дж/см² (методика разработана В.Н. Кошелевым [11]).

Полученные результаты подтверждают достаточно высокую эффективность лазерного излучения при лечении язв желудка и 12-перстной кишки. Процент эпителизации в случае применения гелий-неонового лазера составил около 65%, а в случае применения медного лазера – 80%. В обеих группах заживление дефекта наступило с образованием розового рубца и конвергенцией складок, не деформирующих орган. Облучение проводилось через день. Эффект, как правило, наблюдался к 3 сеансу лечения. Рубцевание язв находилось в прямой зависимости от их размеров. Курс лечения состоял из 4–7 сеансов.

Анализируя полученные результаты, можно сказать, что для обоих видов излучения основным клиническим признаком является размер язвенного дефекта. Необходимо отметить также, что в случаях с большими каллезными язвами эффективным оказалось только излучение лазера на парах меди. Эти данные согласуются с сообщениями Центрального института гастроэнтерологии [12].

В заключение хотелось бы отметить, что интерес к лазерной медицине как у медиков, так и у исследователей постоянно возрастает. По-прежнему актуален выбор энергетических параметров лазерного воздействия с учетом размеров очагов, давности обострения, локализации, а также возможность использования лазерного излучения в комплексе с другими ме-

дикаментозными и немедикаментозными средствами. Это обусловлено тем, что до настоящего времени нет единого представления о механизме влияния лазерного излучения на организм в целом, его отдельные системы и патологические очаги.

1. Лазеры в клинической медицине /Под ред. проф. С.Д. Плетнева. М.: Медицина, 1981. 399 с.
2. Modesti M., Signorelli G., Modesti A. et al. Impiego del laser ad argon in chirurgia epatica sperimentale. V. 4201 Minerva chir., 1987. V. 42. № 3. P. 145–153.
3. Панцырев Ю.М., Крохин О.Н., Галлингер Ю.И. и др. Лазерная остановка кровотечения через фиброскоп у больного с синдромом Меллори – Вейса //Хирургия. 1978. № 3. С. 123–126.
4. Крюк А.С., Мостовников В.А., Хохлов И.В., Сердюченко Н.С. Терапевтическая эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения. Минск: Наука и техника, 1986. 231 с.
5. Крейман М.З., Удалий И.Ф. Низкоэнергетическая лазеротерапия. Томск: Изд-во Томск, ун-та, 1992. 112 с.
6. Инюшин В.М., Чекуров П.Р. Биостимуляция лучом лазера и биоплазма. Алма-Ата: Казахстан, 1975. 120 с.
7. Применение лазеров в хирургии и медицине /Под ред. проф. О.К. Скобелкина //Тезисы Междунар. симпоз. по лазерной хирургии и медицине (г. Самарканд, 18–20 сентября 1988 г.). М., 1988. Ч. 1. 602 с.
8. Кару Т.И., Календо Г.С., Летохов В.С. //Квантовая электроника. 1982. Т. 9. № 1. С. 141–144.
9. Евстигнеев А.Р. //Актуальные вопросы создания и эксплуатации терапевтической и хирургической медицинской техники (Тез. докл. Всесоюз. шк.-семинара молодых ученых и специалистов (г. Звенигород, 14–18 окт 1989 г.). М., 1989. С. 84–85.
10. Варивода Е.С. //Актуальные вопросы клинической хирургии: Тез. докл. Юбил. науч.-практ. конф. хирургов, посвящ. 90-летию заслуж. деятеля науки УССР проф. Г.Г. Караванова (8–9 дек. 1989 г.). Львов, 1989. С. 159–160.
11. Кошелев В.Н. Лазеротерапия гастродуоденальных язв. Изд-во Саратовского ун-та. 1986. 76 с.
12. Логинов А.С., Басов Н.Г., Амбарцумян В.Р. //Терапевтический архив. 1989. Т. 61. № 2. С. 42–46.

Малое внедренческое предприятие «ЛАЗТЕР», Томск
Институт оптики атмосферы СО РАН, Томск
Томский НИИ курортологии и физиотерапии

Поступила в редакцию
21 декабря 1992 г.

G. S. Evtushenko, V. S. Petrakova, I. F. Udalyi. **Some Aspects of Using Lasers in Medicine.**

Some basic principles of medical applications of lasers are considered. It is shown that a low-intensity radiation of a Cu-vapor laser at $\lambda = 510,6 \text{ nm}$ and $\lambda = 578,2 \text{ nm}$ can affect tumor processes. A comparative clinical data on the laser therapy effects of a He-Ne-laser radiation and radiation of a Cu-vapor laser on the stomach ulcer are presented. Clinical data have been obtained from numerous observations. The best therapeutic effect has been observed in the case of patients with chronic callous ulcers.