УДК 616.212.4-089:615.849.19.001.6
https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-6-60-63

Экспериментальное исследование параметров и методик хирургического воздействия лазера с длиной волны излучения 445 нм

Е. Е. Козырева¹, П. А. Шамкина¹, В. А. Ильина², А. В. Чуфистова¹

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи, Санкт-Петербург, 190013, Россия

² Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе, Санкт-Петербург, 192242, Россия

Experimental study of parameters and methods of surgical treatment with 445 nm laser

Е. Е. Kozyreva¹, P. A. Shamkina¹, V. A. Il'ina², A. V. Chufistova¹

¹ Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech, Saint Petersburg, 190013, Russia

² Dzhanelidze Saint Petersburg Research Institute of Ambulance, Saint Petersburg, 192242, Russia

Соблюдение стандартизированных условий использования лазеров и отработка режимов в экспериментальных условиях являются одними из основных факторов, которые позволяют безопасно использовать лазер в хирургической практике. На сегодняшний день оториноларинголам стал доступен новый синий лазер с длиной волны 445 нм. Применение данного вида лазера при ринохирургии требует ряда как экспериментальных, так и клинических исследований, которые помогут сигнализировать о возможностях и ограничениях использования данного лазера. Цель исследования. Подобрать наиболее безопасный и щадящий для ринохирургии режим воздействия лазера с длиной волны 445 нм. Материалы и методы. Экспериментальная часть исследования была выполнена на образцах биологических тканей с оптическими свойствами, приближенными к тканям, находящимся в полости носа. В качестве биологической модели были выбраны препараты мышечной ткани курицы и препараты печеночной ткани курицы. Использовался новый лазер с длиной волны 445 нм. Оценивали результаты микроскопической картины путем гистологического исследования. Исследование проводилось с помощью биологического микроскопа «Биолам М-1» (АО «ЛОМО», Россия) со стандартным увеличением 100 крат. Окрашивание гистологических препаратов производилось по гематоксилин-эозину, трихромом по Массону. Для измерения заданных параметров использовалась система для морфометрии «Видеотест». Заключение. Лазер с длиной волны 445 нм в эксперименте показал возможности применения в постоянном контактом режиме. Полученные результаты максимальной глубины повреждения при применении лазера с длиной волны 445 нм позволяют предположить максимально щадящие и безопасные режимы применения лазера в хирургической практике.

Ключевые слова: лазер, 445 нм, хирургия полости носа.

Для цитирования: Козырева Е. Е., Шамкина П. А., Ильина В. А., Чуфистова А. В. Экспериментальное исследование параметров и методик хирургического воздействия лазера с длиной волны излучения 445 нм. *Российская оториноларингология*. 2021;20(6):60–63. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-6-60-63>

Compliance with standardized conditions for the use of lasers and the development of modes in experimental conditions is one of the main factors that make it possible to safely use a laser in surgical practice. To date, a new 445 nm blue laser has now become available for otorhinolaryngologists. The use of this type of laser in rhinosurgery requires some both experimental and clinical studies that will help signal the possibilities and limitations of the use of this laser. Objectives: Choose the safest and most sparing mode of exposure to a laser with a wavelength of 445 nm for rhinosurgery. Materials and methods: The experimental part of the study was carried out on samples of biological tissues with optical properties close to the tissues in the nasal cavity. As a biological model, preparations of chicken muscle tissue and preparations of chicken liver tissue were selected. A new laser with a wavelength of 445 nm was used. The results of the microscopic picture were evaluated

by histological examination. The study was carried out using a biological microscope Biolam M-1 (JSC "LOMO", Russia), with standard magnification of 100 times. Staining of histological preparations was carried out according to hematoxylin-eosin, trichrome according to Masson. To measure the specified parameters, the VIDEOTEST system for morphometry was used. Conclusion: A laser with a wavelength of 445 nm in the experiment showed the possibility of using it in a constant contact mode. The obtained results of the maximum depth of damage when using a laser with a wavelength of 445 nm suggest the most sparing and safe modes of using the laser in surgical practice.

Keywords: laser, 445 nm, nasal cavity surgery.

For citation: Kozyreva E. E., Shamkina P. A., Il'ina V. A., Chufistova A. V. Experimental study of parameters and methods of surgical treatment with 445 nm laser. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2021;20(6):60-63. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-6-60-63>

Введение

Различные методики лазерного хирургического лечения вот уже более 60 лет активно используют оториноларингологи всего мира [1]. В течение этого длительного периода лазерная хирургия вполне справедливо стала ассоциироваться с возможностью более щадящего хирургического подхода. Основным акцентом для хирурга, который может обеспечить щадящее отношение к окружающим тканям, несомненно является соблюдение безопасных режимов использования лазеров и отработка данных режимов в экспериментальных условиях. Данный фактор достигается параллельными многочисленными исследованиями различных групп авторов по всему миру. Чем больше результатов таких исследований мы имеем, тем более безопасный результат хирургического лечения можем гарантировать пациентам.

Свойства лазеров (резки, коагуляции, карбонизации, вапоризации, фотоангиолитические свойства) зависят непосредственно от вида лазера и режимов его воздействия, такое разнообразие может определенно осложнять выбор необходимого оборудования для хирурга, особенно в условиях интенсивной работы как в стационарном, так и в амбулаторном звене (в рамках амбулаторной хирургии). Говоря о разнообразии лазеров, которые сегодня могут быть использованы для хирургии полости носа, следует упомянуть об аргоновом лазере (Ar), лазере с кристаллом титанил фосфат калия (КТР), полупроводниковом лазере (диодном), лазере, легированном неодимом, иттрий-алюминиевом гранате (Nd:YAG), гольмиевом лазере (Ho:YAG) и углекислотном лазере (CO₂). Недавно для оториноларингологов стал доступен новый синий лазер с длиной волны 445 нм, хорошо зарекомендовавший себя в гортанной хирургии [2–4]. Применение данного вида лазера при патологии полости носа, на наш взгляд, возможно, но требует ряда как экспериментальных, так и клинических исследований, которые помогут сигнализировать о возможностях и ограничениях использования данного лазера.

Цель исследования

Подобрать наиболее безопасный и щадящий для ринохирургии режим воздействия лазера с длиной волны 445 нм.

Материалы и методы исследования

Экспериментальная часть исследования, направленная на поиск наиболее подходящих режимов и методик воздействия лазера с длиной волны 445 нм, была выполнена на образцах биологических тканей с оптическими свойствами, приближенными к тканям, находящимся в полости носа. В качестве биологической модели были выбраны препараты мышечной ткани курицы и препараты печеночной ткани курицы.

Использовался новый лазер с длиной волны 445 нм (TruBlue®, A. R. C. Laser Company, Nuremberg, Germany). Новое поколение лазеров с длиной волны 445 нм обладает довольно высокой мощностью воздействия (до 10 Вт), имеет несколько диаметров волокон (300 и 400 нм), сам прибор отличается небольшой массой и компактными размерами, что обуславливает его портативность между операционными и отделениями. Лазер сочетает возможности как резки, так и фотоангиолитических свойств, что отличает данный лазер от множества других и позволяет хирургу расширить спектр возможностей лазерной хирургии. По портативности и прочности прибора из имеющихся в настоящее время лазеров TruBlue®Laser можно сравнить с полупроводниковым лазером. Мощность лазера с длиной волны 445 нм регулируется от 10 Вт до 1 мВт.

Несомненным преимуществом синего лазера является наличие дополнительной установки Flow Control, которая обеспечивает подачу гелия, тем самым обеспечивает ткани дополнительным эффектом охлаждения. Несмотря на данное несомненное преимущество, нами было принято решение отказаться от использования дополнительной установки Flow Control при ринохирургии для профилактики такого осложнения, как эмфизема. Отсутствие оборудования, обеспечивающего подачу гелия, уменьшает массу устрой-

Таблица 1
Расчеты зон деструкции, ишемии и некроза по результатам гистологического исследования

Table 1
Calculations of zones of destruction, ischemia and necrosis based on the results of histological examination

Мощность лазера	Зона деструкции (1)	Зона некроза (2)	Зона ишемии (3)
0,5 Вт	425,12±42,34*	35,23±12,10	143,27±21,10
1 Вт	550,33±50,12	37,94±11,14	162,51±32,12
1,5 Вт	611,72±72,22	43,65±17,12	165,43±30,21
2 Вт	890,67±92,21	72,50±22,23	222,53±41,12
2,5 Вт	973,78±110,32	81,92±34,12	264,23±45,45
3 Вт	1078,81±190,42	85,76±35,12	361,34±52,12
3,5 Вт	1969,34±299,22	104,84±40,92	344,90±62,21
4 Вт	2430,87±390,23	142,72±42,34	430,52±82,23

Рис. 1. Микропрепарат контактный режим, мощность 1 Вт, увеличение ×40. Окраска гематоксилин-эозином. Желтыми стрелками обозначены зоны деструкции (1), некроза (2) и ишемии (3)

Fig. 1. Micropreparation contact mode, power 1 W, magnification ×40. Stained with hematoxylin-eosin. Yellow arrows indicate the zones of destruction (1), necrosis (2) and ischemia (3)

Рис. 2. Микропрепарат контактный режим, мощность 3 Вт, увеличение ×40. Окраска гематоксилин-эозином. Желтыми стрелками обозначены зоны деструкции (1), некроза (2) и ишемии (3)

Fig. 2. Micropreparation contact mode, power 3 W, magnification ×40. Stained with hematoxylin-eosin. Yellow arrows indicate the zones of destruction (1), necrosis (2) and ischemia (3)

Таблица 2
Расчеты зоны поражения по результатам гистологического исследования

Table 2
Calculations of the affected area based on the results of histological examination

Мощность лазера, Вт	Общая зона поражения
0,5	603,62± 75,54
1	750,78± 93,38
1,5	820,8± 119,55
2	1185,7± 155,56
2,5	1319,93± 189,89
3	1525,91± 277,66
3,5	2419,08± 402,35
4	3004,11± 514,8

Рис. 3. Макропрепарат биологической модели мышечной ткани курицы

Fig. 3. Macrodrug of a biological model of chicken muscle tissue

ства, что является преимуществом в ситуациях, требующих транспортировки лазера. Но, с другой стороны, ограничивает возможность повышения мощности устройства (при подключении гелиевой установки максимальная мощность при постоянном режиме повышается до 10 Вт). Так,

диапазон допустимой мощности (постоянный режим) при отсутствии подачи гелия составляет от 0,5 до 4 Вт, что и отображено в нашем экспериментальном исследовании. При каждом воздействии на данном этапе исследования мы применяли

контактный режим. Шаг повышения мощности работы синего лазера составил 0,5 Вт. Время экспозиции составляло 10 с (разрез 2 мм/с) для активизации результатов. Таким образом, на постоянном режиме было исследовано 8 мощностей двукратно. Оценивали результаты микроскопической картины путем гистологического исследования, измеряли зоны деструкции, коагуляционного некроза и ишемии. Исследование проводилось с помощью биологического микроскопа «Биолам М-1» (АО «ЛОМО», Россия) со стандартным увеличением 100 крат. Окрасивание гистологических препаратов производилось по гематоксилин-эозину, трихромом по Массону. Для измерения заданных параметров использовалась система для морфометрии «Видеотест».

Результаты исследования

В табл. 1 представлены расчеты всех трех зон: деструкции, некроза и ишемии; рис. 1 и 2

демонстрируют микропрепарат и гистологическую картину; рис. 3 демонстрирует макропрепарат биологической модели мышечной ткани курицы.

Полученные результаты максимальной глубины повреждения (сумма всех трех зон) представлены в табл. 2.

Заключение

Лазер с длиной волны 445 нм в эксперименте показал возможности применения в постоянном контактом режиме. Полученные результаты максимальной глубины повреждения при применении лазера с длиной волны 445 нм позволяют предположить максимально щадящие и безопасные режимы применения лазера в хирургической практике.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Maiman T. H. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature*. 1960; 187(4736):493-494.
2. Markus M. Hess, Susanne Fleischer, Marcel Ernstberger. New 445 nm blue laser for laryngeal surgery combines photoangiolytic and cutting properties. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2018; 275(6): 1557-1567. <https://doi.org/10.1007/s00405-018-4974-8>
3. Duy Duong Nguyen, Jing-Yin Pang, Catherine Madill, Daniel Novakovic. Effects of 445-nm Laser on Vessels of Chick Chorioallantoic Membrane with Implications to Microlaryngeal Laser Surgery. *Laryngoscope*. 2021; 131(6): 1950-1956. <https://doi.org/10.1002/lary.29354>
4. Jun Lin R., Iakovlev Vladimir, Streutker Catherine, Lee Daniel, Al-Ali Mohammed, Anderson Jennifer. Blue Light Laser Results in Less Vocal Fold Scarring Compared to KTP Laser in Normal Rat Vocal Folds. *Laryngoscope*. 2021; 131(4): 853-858. <https://doi.org/10.1002/lary.28892>

Информация об авторах

✉ **Козырева Екатерина Евгеньевна** – кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела разработки и внедрения высокотехнологичных методов лечения, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); e-mail: posobilo@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7055-8937>

Шамкина Полина Александровна – аспирант, младший научный сотрудник отдела разработки и внедрения высокотехнологичных методов лечения, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); e-mail: p.s.ent@bk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4595-365X>

Ильина Виктория Анатольевна – доктор медицинских наук, руководитель патологоанатомического отделения, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (192242, Санкт-Петербург, Будапештская ул., д. 3); e-mail: profkomniisp@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7336-8146>

Чуфистова Анастасия Владимировна – ординатор, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); e-mail: chufikby@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4714-328X>

Information about authors

✉ **Ekaterina E. Kozyreva** – MD Candidate, Researcher, Department of Development and Implementation of High-Tech Treatment Methods, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Nose, Throat and Speech (9, Bronnitskaya str., Saint Petersburg, Russia, 190013); e-mail: posobilo@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7055-8937>

Polina A. Shamkina – Post Graduate Student, Junior Researcher of the Department for the Development and implementation of high-tech treatment methods, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Nose, Throat and Speech (9, Bronnitskaya str., Saint Petersburg, Russia, 190013); e-mail: p.s.ent@bk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4595-365X>

Viktoriya A. Il'ina – MD, Head of the Pathological Department, Dzhanelidze Saint Petersburg Research Institute of Ambulance (3, Budapestskaya st., Saint Petersburg, Russia, 192242); e-mail: profkomniisp@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7336-8146>

Anastasia V. Chufistova – resident, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., Saint Petersburg, Russia, 190013); e-mail: chufikby@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4714-328X>