

DOI: <https://doi.org/10.51922/2616-633X.2021.5.2.1351>

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТКАНЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИПОЛЯРНОЙ КОАГУЛЯЦИИ И НЕОДИМОВОГО ЛАЗЕРА В ГИНЕКОЛОГИИ

К.Ф. Агабеков¹, О.С. Лобачевская², О.А. Юдина²

УЗ «6-я городская клиническая больница г. Минска»¹

УО «Белорусский государственный медицинский университет»²

УДК 618.1/2-039.76-091:612.013.7

Ключевые слова: неодимовый лазер, биполярная коагуляция, ткани репродуктивной системы, морфологические изменения, лапароскопия.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ. [К.Ф. Агабеков], О.С. Лобачевская, О.А. Юдина. Морфологические изменения тканей при применении биполярной коагуляции и неодимового лазера в гинекологии. *Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски*, 2021, Т. 5, № 2, С. 1351–1355.

Статья посвящена сравнительному анализу морфологических изменений тканей репродуктивной системы женщин при воздействии неодимового лазера и биполярной коагуляции при выполнении лапароскопических операций. Представлены результаты оценки достоверности различий морфометрических показателей повреждений тканей (участки маточных труб, фрагменты яичников, стенки доброкачественных кистозных образований яичников, лейомиоматозные узлы тела матки)

при воздействии электромагнитного излучения различной длины волны. Зафиксированные изменения непосредственно зависят как от применяемой тепловой или световой энергии, так и от гистологического строения изучаемой ткани. Выявлены принципиальные отличия артифициальных изменений тканей репродуктивной системы при применении биполярной коагуляции и лазерного излучения в оперативной практике, а также впервые установлена зависимость морфологических изменений от длины волны неодимового лазера.

MORPHOLOGICAL CHANGES IN TISSUES DURING APPLICATION BIPOLAR COAGULATION AND NEODIMATE LASER IN GYNECOLOGY

K. Agabekov, O. Lobachevskaya, O. Yudina

Health Care Institution "6th City Clinical Hospital", Minsk, Belarus¹

Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus²

Key words: neodymium laser, bipolar coagulation, tissues of the female reproductive system, morphological changes, laparoscopy.

FOR REFERENCES. [K. Agabekov], O. Lobachevskaya, O. Yudina. Morphological changes in tissues during application bipolar coagulation and neodimate laser in gynecology. *Neotlozhnaya kardiologiya i kardiovaskulyarnye riski* [Emergency cardiology and cardiovascular risks], 2021, vol. 5, no. 2, pp. 1351–1355.

The article is devoted to a comparative analysis of morphological changes in the tissues of the reproductive system of women under the influence of a neodymium laser and bipolar coagulation during laparoscopic operations. The results of assessing the reliability of differences in morphometric indicators of tissue damage (sections of the fallopian tubes, fragments of ovarian tissue, membranes of benign cystic formations of the ovaries, leiomyomatous nodes of the body of the uterus) under the influence of electro-

magnetic radiation of various wavelengths are presented. The recorded changes directly depend both on the applied heat or light energy, and on the histological structure of the tissue under study. Fundamental differences in artifactual changes in tissues of the reproductive system were revealed when using bipolar coagulation and laser radiation in surgical practice, and the dependence of morphological changes on the wavelength of a neodymium laser was established for the first time.

В настоящее время в гинекологии широко применяется биполярное электрохирургическое воздействие (биполярная коагуляция, БПК) при проведении операций на яичниках, матке и маточных трубах [1, 2]. Альтернативным методом является применение лазера. Еще в 1988 году J. Huber предложил

использовать лазерное излучение при синдроме поликистозных яичников [3]. Основанием явились теоретические предположения – лазерный луч оказывает щадящее воздействие на ткани, осуществляет контроль за плотностью энергии, имеет место управляемая глубина воздействия на яичник,

меньше термическое повреждение окружающих тканей, и, как следствие, уменьшение образования спаек.

Позитивный эффект и безопасность применения энергии когерентного излучения, источником которого является неодимовый лазер, наблюдались в различных исследованиях [4, 5]. Установлены характерные особенности процесса лечения и заживления ран при использовании лазерных методик: при контакте лазерного луча с тканью энергия излучения быстро поглощается в самых наружных поверхностных слоях клеток, что приводит к их коагуляции и испарению; зона теплового повреждения ткани незначительная, что связано с малой проникающей способностью лазерного излучения; площадь этой зоны имеет существенное значение в процессе регенерации: чем она меньше, тем быстрее и качественнее заживление [6, 7, 8].

В то же время многие вопросы, касающиеся практического применения лазеров в оперативной гинекологии, до настоящего времени не решены, требуют проведения дальнейших исследований и нуждаются в доказательной базе. Так, морфологические изменения тканей репродуктивной системы женщин при использовании неодимового лазера при лапароскопических операциях до сих пор не изучались.

Цель исследования: установить и сравнить морфологические изменения ткани репродуктивной системы женщин при воздействии неодимовым лазером и биполярной коагуляцией.

Таблица 1. Распределение наблюдений при использовании БПК и неодимового лазера

Вид ткани	Вид воздействия		
	Лазер с длиной волны 1,06 мкм	Лазер с длиной волны 1,34 мкм	Биполярная коагуляция
Маточная труба	7	10	7
Яичник	7	7	7
Оболочки кист яичника	7	13	7
Лейомиоматозный узел	7	7	7
Спайки	–	5	5
Сальник	5	–	7

Table 1. Distribution of observations during use bipolar coagulation and neodymium laser

Type of tissue	Type of exposure to the patient		
	Laser with wavelength 1.06 μm	Laser with wavelength 1.34 μm	Bipolar coagulation
Fallopian tube	7	10	7
Ovary	7	7	7
Ovarian cyst membranes	7	13	7
Leiomyomatous node	7	7	7
Adhesions	–	5	5
Omentum	5	–	7

Материалы и методы

При выполнении операций в гинекологическом отделении УЗ «6-я городская клиническая больница г. Минска» использован неодимовый лазер «Медиола-Эндо», модель ФОТЕК ЛК-50-4. Его отличие от других лазерных аппаратов заключается в возможности воздействия двух волн-1,06 мкм и 1,32 мкм в импульсном режиме, мощностью до 30 Вт. Биполярную коагуляцию проводили электрохирургическим аппаратом BOWA (производитель Германия) мощностью также до 30 Вт.

Материалом для патоморфологического исследования послужили фрагменты тканей репродуктивной системы (участки маточных труб, фрагменты яичников, оболочки доброкачественных кистозных новообразований яичников, лейомиоматозные узлы тела матки), удаленные во время лапароскопических операций после воздействия биполярной коагуляции и неодимового лазера с разной длиной волны (Таблица 1, n = 115).

Фрагменты тканей фиксировали в формалине в течение 24 ч. После промывания в проточной воде осуществляли вырезку фрагментов размерами 1×0,5 см в поперечном направлении к линии воздействия энергии. Далее участки ткани помещали в кассеты для приготовления парафиновых блоков, из которых делали срезы толщиной 4 мкм, с последующей окраской гематоксилином и эозином по стандартным методикам.

На светооптическом уровне при изучении гистологических препаратов с помощью микроскопа фирмы «Zeiss» (увеличение ×25, ×50, ×200) производили анализ морфологических изменений в сравнении с неизменными тканями (при увеличении × 200 в 10 полях зрения). Для морфометрического исследования микропрепараты фотографировали в 5 полях зрения (увеличение ×25) с разрешением 2592 на 1944 пикселей при помощи микроскопа фирмы «Zeiss» и цифровой камеры «Canon PowerShot G3». При помощи приложения «Linemeasurements» программы «Bioscan NT» проводилась оценка толщины тканей и глубины поражения, а также процентное соотношение пораженной части ткани к ее толщине.

Базы данных с результатами морфометрического исследования формировались с использованием MS Excel. Статистический анализ полученных результатов проводился с использованием программы SPSS версия 6. Количественные данные обработаны статистически и представлены с указанием медианы (Me) и минимального и максимального значений (min-max). С целью проверки статистической нулевой гипотезы об однородности групп исследования использовались непараметрические методы: медианный критерий для независимых выборок (p < 0,05).

Результаты и обсуждение

Морфологические изменения при применении биполярной коагуляции варьировали в зависимости от объекта воздействия. Наиболее выраженными были искусственные изменения в органах с наличием рыхлой стромы (маточные трубы, стенки доброкачественных кистозных образований яичников). В ткани маточной трубы наблюдали изменения со стороны серозной оболочки: метахромазия с базофилией преимущественно периваскулярного коллагена без вовлечения гладкомышечных клеток, лейкоцитов нервных стволиков и эндотелия сосудов серозной оболочки. Глубина некроза колебалась, её медиана составила 1,59 (1,5-1,6) мм (рисунок 1 А, Б).

Аналогичная картина имела место при изучении стенки кист яичников. Однако, фокус некроза, вовлекающий периваскулярный коллаген, был менее глубоким, и его медиана составляла 0,8 (0,74–0,85) мм.

Ткань яичника вне кист была представлена белочной оболочкой и текой с плотной волокнистой стромой, малым объемом внеклеточного матрикса, наличием гиалиновых и желтых тел. Выявленные искусственные изменения в яичниках характеризовались гомогенизацией коллагеновых волокон в периваскулярных зонах сосудистого пучка с формированием переменных по диаметру пузырей в ткани яичника. Глубина некроза составила 1,52 (1,5-1,6) мм. В части полей зрения имелись зоны с вовлечением в некроз гладкомышечных клеток меди сосудов (уменьшение объема их цитоплазмы, пикноядер). Эластическая мембрана поврежденных артерий имела сохраненный, но размытый контур. Глубина некроза 1,3 (1,2-1,4) мм (рисунок 1 В, Г).

Морфологические изменения при использовании неодимового лазера имели отличия не только в зависимости от структуры ткани, но и от длины волны лазера. Так, при использовании лазера с длиной волны 1,06 мкм в тканях маточных труб выявили гомогенизацию и базофилию коллагеновых волокон в периваскулярной зоне серозной оболочки с десквамацией эпителия ворсин без нарушения целостности эпителия гидатиды. Глубина некроза составила 1,0 (0,9-1,1) мм. При использовании лазера с длиной волны 1,32 мкм искусственные изменения носили секторальный характер и распространялись на всю толщину стенки маточной трубы в пределах сектора: со стороны серозной оболочки – периваскулярно, в подслизистой основе и слизистой оболочке – в виде некроза и/или полной десквамации эпителия (рисунок 2 А). Глубина некроза составила 0,15 (0,03-0,4) мм.

Использование лазера с длиной волны 1,06 мкм при цистэктомиях характеризова-

лось поверхностными диффузными коагуляционными изменениями коллагеновых волокон серозной оболочки. Глубина некроза составила 0,027 (0,02-0,03) мм.

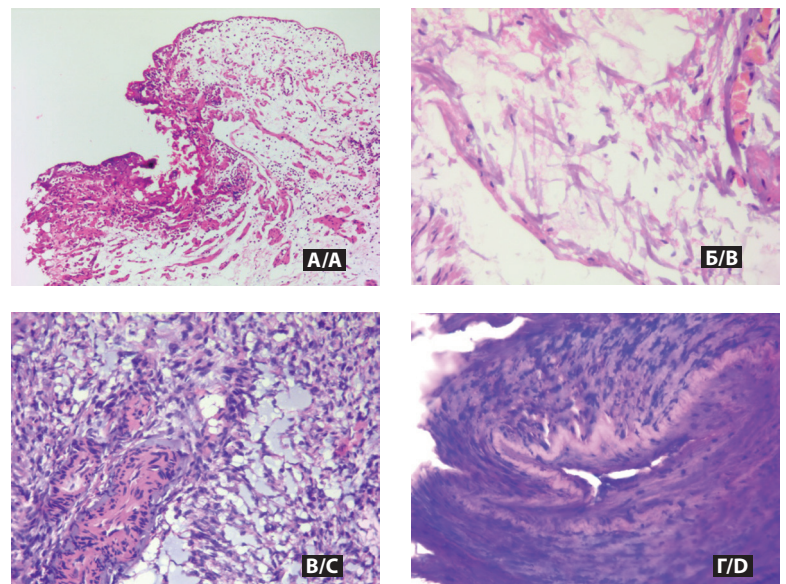
Более выраженные изменения наблюдались в стенках кист при использовании лазера с длиной волны 1,32 мкм. Кисты без эпителиальной выстилки демонстрировали искусственные изменения различной глубины: от 1/8 толщины до полного поражения, коллагеновые волокна были гомогенизированы, с феноменом метахромазии. Глубина некроза составила 0,64 (0,5-0,76) мм.

В яичниках при использовании лазера с длиной волны 1,06 мкм – ткани без нарушения соотношения толщины оболочек и вещества, с достаточным количеством примордиальных фолликулов и зреющими фолликулами, наличием атретичных фолликулов. В части кусочков – искусственные изменения в виде гомогенизации и метахромазии волокон белочной оболочки (очень поверхностные) без повреждения фибробластов. Очагово в этих зонах под фокусом коагуляционного некроза в ткани яичника отмечается формирование переменных пузырей с базофильным содержимым (зона колликации). В зоне формирования пузырей в стенках артериол – мелкие фокусы фибриноидного некроза без вовлечения эндотелия (рисунок 2 Б, В). Глубина некроза составила 0,057 (0,042-0,07) мм.

При использовании лазера с длиной волны 1,32 мкм искусственные изменения выявлены в корковом веществе яичника – коа-

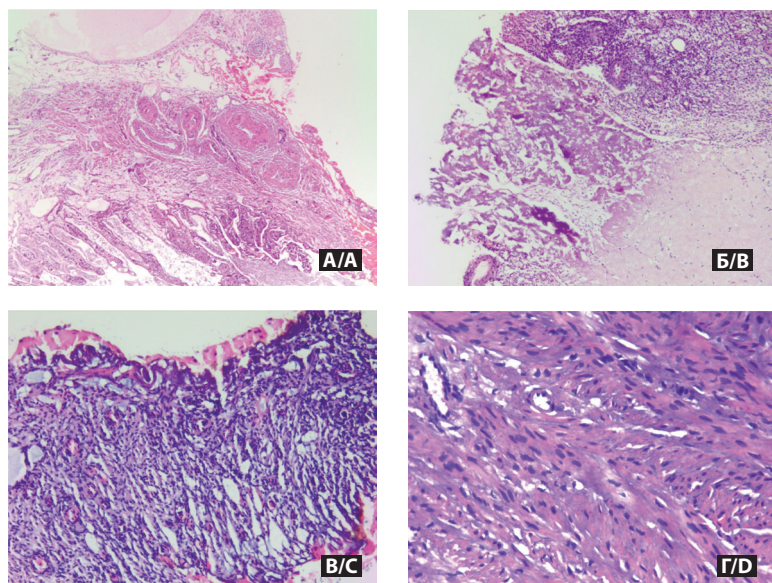
Рисунок 1. Микроскопические изменения при биполярной коагуляции

Figure 1. Microscopic changes in bipolar coagulation



Окраска гематоксилин и эозин: А – серозная оболочка маточной трубы с фокусом некроза; ув. $\times 25$; Б – гомогенизация и базофилия коллагеновых волокон серозной оболочки маточной трубы; ув. $\times 50$; В – периваскулярный колликационный некроз в ткани яичника; ув. $\times 50$; Г – фрагментация внутренней эластической мембраны в артерии сосудистого пучка яичника; ув. $\times 200$.

Hematoxylin and eosin staining: A – fallopian tube serosa with a focus of necrosis; $\times 25$; B – homogenization and basophilia of collagen fibers of fallopian tube serosa; $\times 50$; C – perivascular colligation necrosis in ovarian tissue; $\times 50$; D – fragmentation of the internal elastic membrane in the artery of the vascular bundle of the ovary; $\times 200$.



Окраска гематоксилин и эозин: А – стенка маточной трубы с гидатидой; ув. $\times 1,25$; Б – ткань яичника с базофильным некрозом белочной оболочки; ув. $\times 50$; В – ткань яичника с фокусом колликации под коагуляционным некрозом; ув. $\times 50$; Г – лейомиоматозный узел с метакромазией межтучных коллагеновых волокон; ув. $\times 100$.
 Hematoxylin and eosin staining: А – fallopian tube wall with hydatid; $\times 1,25$; Б – ovarian tissue with basophilic necrosis of the tunica albuginea; $\times 50$; В – ovarian tissue with a focus of colliquation under the coagulation necrosis; $\times 50$; Г – leiomyomatous node with metachromasia of interstitial collagen fibers; $\times 100$.

Рисунок 2. Микроскопические изменения при применении неодимового лазера

Figure 2. Microscopic changes after exposure to a neodymium laser

гуляционный некроз в виде полосовидного базофильного участка, под которым отмечается формирование «пузырей» между клетками соединительной ткани с базофильным содержимым (зона колликации). Глубина некроза составила 1,63 (1,6-1,7) мм.

Не было выявлено существенных микроскопических различий при воздействии лазера с различной (1,06 мкм и 1,32 мкм) длиной волны на лейомиоматозные узлы, где имела место поверхностная базофильная дегенерация коллагеновых волокон (рисунок 2 Г). Глубина некроза составила 0,8-0,85 (0,6-1,3) мм.

Результаты оценки достоверности различий морфометрических показателей поврежденных тканей при воздействии биполярной коагуляции и неодимового лазера на основе использования медианного критерия для независимых выборок представлены в таблице 2.

Полученные результаты свидетельствуют о статистически значимом различии повреждения тканей (маточная труба, яичник, стенка доброкачественного кистозного образования яичника, лейомиоматозный узел) при воздействии на них биполярной коагуляции и неодимового лазера.

Представляет интерес статистическая оценка достоверности различий повреждений тканей при попарном сравнении морфологических показателей по каждой из выделенных групп, а именно, лазер с длиной

Таблица 2. Сравнительная характеристика достоверности различий морфометрических показателей повреждений тканей при воздействии биполярной коагуляции и неодимового лазера (морфометрический параметр – глубина некроза, мм) (уровень значимости 0,05)

Вид ткани	Глубина некроза			Значение p
	Лазер с длиной волны 1,06 мкм	Лазер с длиной волны 1,34 мкм	Биполярная коагуляция	
Маточная труба	1,0 (0,9-1,1)	0,15 (0,03-0,4)	1,59 (1,5-1,6)	0,000
Яичник	0,057 (0,042-0,07)	1,63 (1,6-1,7)	1,52 (1,5-1,6)	0,001
Оболочка кисты яичника	0,027 (0,02-0,03)	0,64 (0,5-0,7)	0,8 (0,74-0,85)	0,005
Лейомиоматозный узел	0,8 (0,6-1,3)	0,85 (0,6-1,3)	1,74 (1,7-1,8)	0,003
Спайки	–	0,039 (0,036-0,045)	0,08 (0,075-0,086)	–
Сальник	0,98 (0,95-1,1)	–	2,95 (2,8-3,1)	–

Table 2. Comparative characteristics of the statistical significance of differences in morphometric indicators of tissue damage when exposed to bipolar coagulation and neodymium laser (morphometric parameter - depth of necrosis, mm) (significance level 0.05)

Type of tissue	Depth of necrosis			p-value
	Laser with wavelength 1.06 μm	Laser with wavelength 1.34 μm	Bipolar coagulation	
Fallopian tube	1.0 (0.9-1.1)	0.15 (0.03-0.4)	1.59 (1.5-1.6)	0.000
Ovary	0.057 (0.042-0.07)	1.63 (1.6-1.7)	1.52 (1.5-1.6)	0.001
Ovarian cyst	0.027 (0.02-0.03)	0.64 (0.5-0.7)	0.8 (0.74-0.85)	0.005
Leiomyomatous node	0.8 (0.6-1.3)	0.85 (0.6-1.3)	1.74 (1.7-1.8)	0.003
Adhesions	–	0.039 (0.036-0.045)	0.08 (0.075-0.086)	–
Omentum	0.98 (0.95-1.1)	–	2.95 (2.8-3.1)	–

волны 1,06 мкм, 1,34 мкм и биполярная коагуляция (Таблица 3).

Полученные результаты позволяют констатировать наличие статистически значимых различий морфометрических показателей повреждений всех видов исследованных тканей при попарном сравнении последствий воздействия. Таким образом, установлено преобладание повреждающего воздействия на ткани биполярного коагулятора в сравнении с лазером с длиной волны 1,06 мкм и 1,34 мкм.

При попарном сравнении достоверности различий морфометрических показателей повреждений тканей при воздействии лазера с длиной волны 1,06 мкм и 1,34 мкм получены следующие результаты:

- статистически достоверно преобладание повреждающего воздействия на маточную трубу лазера с длиной волны 1,06 мкм по сравнению с длиной волны 1,34 мкм;

- статистически достоверно преобладание повреждающего воздействия на яичник и оболочку кисты яичника лазера с длиной волны 1,34 мкм по сравнению с длиной волны 1,06 мкм;

- статистически достоверно отсутствие различий по глубине некроза лейомиоматозного узла при воздействии лазера с длиной волны 1,06 мкм и 1,34 мкм.

Выводы

Выявлены принципиально различные артифициальные изменения тканей репродуктивной системы при применении биполярной коагуляции и неодимового лазера с различной длиной волны в оперативной практике. Зафиксированные изменения непосредственно зависят как от применяемого вида воздействия (коагуляция, лазерный луч), так и от гистологического строения обрабатываемой ткани. Установлено, что ткани с наличием богато васкуляризованных участков, окруженных рыхло скомпанованными коллагеновыми волокнами (стенка маточной трубы, стенка кист яичника, ворота яичников), имеют глубокие изменения при применении как биполярной коагуляции, так и неодимового лазера.

REFERENCES

1. Kutsenko D.D., Khamzin I.Z., Tumasyan E.A., Shuiskaya D.A. Effect of argon plasma and bipolar coagulation on ovarian reserve in organ-preserving ovarian surgery. Archives of Obstetrics and Gynecology named after V.F. Snegireva, 2017; 4 (2), p. 103-112.
2. Popov E.N., Rusina E.I., Sudakov D.S., Dymanskaya Yu.R., Koleboshina M.A. An alternative method of surgical treatment of ovarian endometriomas from the standpoint of preservation of the ovarian reserve. J. of Obstetrics and Women's disease, 2019; 5 (68), p. 55-62.
3. Huber J., Hosmann J., Sponal J. Polycystic ovarian syndrome treated by laser through the laparoscope. Lancet. 1988; 2: 215.
4. Agabekov K.F., Moroz N.V., Kostishin A.I. Ispolovanie hirurgicheskikh lazerov v endoskopicheskoy ginekologii [The use of surgical lasers in endoscopic gynecology]. Reproductive health, 2012, no. 5 (23), pp. 42-44.

Таблица 3. Сравнительная характеристика достоверности различий морфометрических показателей повреждений тканей при воздействии БПК и неодимового лазера (морфометрический параметр – глубина некроза, мм) при попарном сравнении (уровень значимости 0,05)

Вид ткани	Сравниваемые пары		
	Лазер с длиной волны 1,06 мкм с биполярной коагуляцией	Лазер с длиной волны 1,34 мкм с биполярной коагуляцией	Лазер с длиной волны 1,06 мкм с лазером с длиной волны 1,34 мкм
Маточная труба	0,001	0,000	0,000
Яичник	0,001	0,021	0,001
Оболочка кисты яичника	0,001	0,003	0,003
Лейомиоматозный узел	0,001	0,001	1,000
Спайки	–	0,008	–
Сальник	0,015	–	–

Table 3. Comparative characteristics of the statistical significance of differences in morphometric indicators of tissue damage when exposed bipolar coagulation and neodimium laser (morphometric parameter – depth of necrosis, mm) in pairwise comparison (significance level 0.05)

Type of tissue	Pairs compared		
	Laser with wavelength 1.06 µm vs. bipolar coagulation	Laser with wavelength 1.34 µm vs. bipolar coagulation	Laser with wavelength 1.06 µm vs. laser with wavelength 1.34 µm
Fallopian tube	0.001	0.000	0.000
Ovary	0.001	0.021	0.001
Ovarian cyst	0.001	0.003	0.003
Leiomyomatous node	0.001	0.001	1.000
Adhesions	–	0.008	–
Omentum	0.015	–	–

Воздействие лазера с различной длиной волны характеризуется узко направленным, четко ограниченным поверхностным двухкомпонентным некрозом: под тонким слоем коагуляционного некроза выявляется отек различной степени выраженности и глубины с вовлечением или без вовлечения в некроз эндотелиальных и гладкомышечных клеток сосудов, клеток периваскулярной зоны. Деформации ткани при применении лазерного луча макроскопически не выявлено, в отличие от биполярной коагуляции, которая вызывает глубокий распространённый коагуляционный некроз, без четких границ, с анатомической деформацией обработанной ткани.

5. Vasiliev S.A. Effektivnosti i bezopasnost primeneniya neodimovogo lazera pri laparoskopicheskoy rezekcii yaichnikov [Efficiency and safety of neodimium laser use in laparoscopic ovarian resection]. Reproductive health, 2012, no. 5 (23), pp. 53-55
6. Damirov M.M. Radiovolnovnye, kriogennye i lazernye tekhnologii v diagnostike i lechenii v ginekologii [Radio wave, cryogenic and laser technologies in diagnostics and treatment in gynecology]. M.: BINOM, 2011, 302 s.
7. Dubinskaya, E.D., Gasparov, A.S., Dorfman, M.F. paechnyj process v malom tazu – profilaktika i lechenie [Adhesion process in the small pelvis – prevention and treatment]. Bulletin RUDN, 2011, no. 6, pp. 193-198.
8. Yusubova V.P. Laparoscopic ovarian drilling: 'pros' and 'cons'. Archives of Obstetrics and Gynecology named after V.F. Snegireva, 2017; 4 (21), p. 68-72.

Поступила 30.08.2021