УДК 618.14-065.87 doi:10.18720/SPBPU/2/id22-258

> Андрей Николаевич Плеханов ^{1,2} Фёдор Витальевич Беженарь ¹ Татьяна Алексеевна Епифанова ¹

Федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения Санкт-Петербургская клиническая больница Российской академии наук ¹, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации ², г. Санкт-Петербург

МЕТОДИКА ТЕРМОМЕТРИЧЕСКОГО И МОРФОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЙ ТКАНЕЙ В ЗОНЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЭЛЕКТРОХИРУРГИЧЕСКОЙ ВЛАГАЛИЩНОЙ ГИСТЕРЭКТОМИИ РАЗЛИЧНЫМИ БИПОЛЯРНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Аннотация. Целью исследования явилось изучение термометрических и морфометрических особенностей тканей после воздействия биполярной энергии различных электрохирургических генераторов при выполнении влагалищной гистерэктомии. Сделан вывод, что возможность бокового теплового распространения варьирует в зависимости от типа инструмента и температуры ткани на границе коагуляции.

Ключевые слова: вагинальная гистерэктомия, латеральное термическое повреждение, BiClamp, TissueSeal Plus Comfort, Thunderbeat.

Andrey N. Plekhanov ^{1, 2}
Fedor V. Bezhenar ¹
Tatiana A. Epifanova ¹

Saint-Petersburg Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences ¹, Pavlov Saint-Petersburg State Medical University ², Saint-Petersburg

THE METHOD OF THERMOMETRIC AND MORPHOMETRIC STUDIES OF TISSUES IN INTERVENTION AREA DURING AN ELECTROSURGICAL VAGINAL HYSTERECTOMY USING DIFFERENT BIPOLAR DEVICES

Abstract. The objective of this research is to investigate the morphometric features of tissues after the influence of bipolar energy of various electric and surgical generators used in the vaginal hysteractomy. The conclusion is the possibility of lateral thermal damage varies depending on the type of instrument, the temperature of tissues on the coagulation border.

Keywords: vaginal hysterectomy, lateral thermal damage, BiClamp, TissueSeal Plus Comfort, Thunderbeat.

Введение

Значительное число женщин подвергается гистерэктомии, 70 % гистерэктомий выполняется по поводу доброкачественных заболеваний: миома матки, аденомиоз, нарушение менструального цикла и генитальный пролапс. Доля гистерэктомий в структуре гинекологических операций достигает в России 25—38 % [1, 2, 3]. Для выполнения гистерэктомии используют следующие доступы: вагинальный, абдоминальный, лапароскопический, роботизированный и комбинированный. Влагалищная гистерэктомия (ВГ) и тотальная лапароскопическая гистерэктомия (ТЛГ) являются минимально инвазивными операциями [4]. Проведено множество мета-анализов рандомизированных контролируемых исследований (РКИ), сравнивающих влагалищный и лапароскопический доступ для гистерэктомии при доброкачественных гинекологических заболеваниях. Сравнение выполнялось по следующим

параметрам: продолжительность операции, кровопотеря, частота конверсии доступа, послеоперационная боль, осложнения, длительность пребывания пациенток в стационаре. Результаты исследований не показали различий между двумя группами по частоте конверсии доступа, величине интраоперационной кровопотери, общей частоте осложнений, продолжительности пребывания в стационаре и продолжительности восстановления после операции. Однако влагалищный доступ продемонстрировал меньшую продолжительность операции и меньшую боль через 24 ч после операции, чем лапароскопический. Несмотря на доказательства, подтверждающие преимущества ВГ, современные статистические данные указывают на то, что ВГ недостаточно используется при лечении доброкачественных гинекологических заболеваний. Влагалищный доступ гистерэктомии является доступом выбора главным образом при наличии пролапса гениталий [5]. Основные трудности при проведении влагалищной гистерэктомии без пролапса гениталий связаны с лигированием маточных сосудов, а также кардинальных и крестцово-маточных связок, так как наложение зажимов на эти структуры и их лигирование сопровождается определенными сложностями из-за ограничения пространства для манипулирования [6]. Гемостаз при влагалищной гистерэктомии может быть достигнут с помощью традиционного лигирования (наложения швов), а также применения электролигирования. Преимущества электрохирургического гемостаза с помощью биполярных инструментов включает более короткое время работы, простоту в обращении, снижение кровопотери, уменьшение послеоперационной боли [7]. Метод электрохирургического гемостаза связан с уменьшением воспаления, ввиду отсутствия некротических тканей и инородных тел, таких как шовный материал, что приводит к уменьшению процессов резорбции и фагоцитоза. Современные биполярные электрохирургические устройства используют биполярные технологии при более низком напряжении и более высокой силе тока по сравнению с обычными биполярными устройствами, и, как правило, в режиме пульсации энергии, что, в отличие от постоянного потока,

позволяет охлаждать ткани во время активации устройства и помогает уменьшить латеральное боковое распространение [8, 9]. Понимание основных принципов электрохирургии может помочь повысить эффективность ее использования и уменьшить осложнения. Соответственно имеется повышенный интерес к новым инструментам для осуществления гемостаза при влагалищной гистерэктомии, которые позволят выполнять операцию с минимальным количеством хирургических швов, уменьшением послеоперационной боли, а также позволят достигнуть снижения сроков послеоперационной реабилитации.

Целью данного исследования явилось изучение термометрических и морфометрических особенностей тканей после воздействия биполярной энергии различных электрохирургических генераторов при выполнении влагалищной гистерэктомии.

Материалы и методы

В исследовании мы включили три различных электрохирургических устройства для хирургической коагуляции при выполнении ВГ. Мы использовали три типа хирургических щипцов для биполярной коагуляции: «BiClamp» с электрогенератором Erbe Vio (Германия), «TissueSeal Plus Comfort» с электрогенератором ARC-400 (BOWA, Германия) и «Thunderbeat» с генератором Оlympus (Япония). Температура, которую достигает прибор, зависит от множества переменных, включая тип ткани, толщину ткани, используемую энергию и настройку мощности. При помощи тепловизора Fluke FLK TIS 40 9HZ измеряли генерируемую температуру на браншах инструментов в операционном поле во время коагуляции маточных сосудов при подаче звукового сигнала функции Autostop вышеописанными электрогенераторами. Fluke FLK TIS 40 9HZ — инфракрасная камера с погрешностью измерения 2 %, с разрешением инфракрасного датчика 160х120, с чувствительностью ≤ 0,09 °C. Минимальная определяемая температура составляет -20 °C, максимальная температура -+350 °C. Измерение генерируемой температуры выполнялось во всех случаях с одинакового расстояния, составляющего 50 см.

Методы получения и исследования биоптатов

Воздействия биполярных зажимов различных электрохирургических генераторов изучалось интраоперационно на стенку матки до этапа коагуляции маточных сосудов. Вырезались фрагменты стенки тела матки из наиболее измененных зон повреждения. Фрагменты ткани фиксировались в 10%-м забуференном формалине и проходили стандартную проводку в процессоре Thermo Scientific Excelsior AS (Thermo Shandon Limited, Англия). Далее фрагменты заливались в парафин, после чего изготавливались срезы 3-3,5 мкм толщиной. Полученные срезы окрашивались гематоксилином и эозином и сканировались с использованием цифрового сканера Pannoramic Midi (3DHISTECH Kft., Венгрия). В дальнейшем на оцифрованных препаратах проводилась морфологическая оценка зон повреждения с признаками необратимой деструкции тканей: мышечные волокна и другие гистологические структуры с резко нарушенной гистоархитектоникой, с кариопикнозом и гиперхромией ядер, с деструкцией и базофилией цитоплазмы (рис. 1, A - B). С помощью программы QuantCenter производилось морфометрическое исследование с оценкой трех показателей: распространенность повреждения (1) (в мм), глубина повреждения в трех наиболее глубоких участках деструкции с расчетом среднего значения (2) (в мм), а также площадь повреждения (3) в $мм^2$ (рис. 1, B).

В исследование были включены 48 пациенток, перенесших ВГ, которые были рандомизированы методом «запечатанных конвертов», распределены по трем группам: 16 пациенток с использованием зажима «TissueSeal Plus Comfort», 16 пациенток с использованием зажима «BiClamp» и 16 пациенток с гемостазом, выполненным зажимом «Thunderbeat».

Показаниями к гистерэктомии были: симптомная миома матки размерами до 15 недель, аденомиоз, гиперпластические процессы эндометрия, нарушение менструального цикла.

В исследование не были включены пациентки со злокачественными заболеваниями гениталий, симптомной миомой матки более 15 недель, воспалительными заболеваниями органов малого таза, инфильтративным эндометриозом. Основными показанием

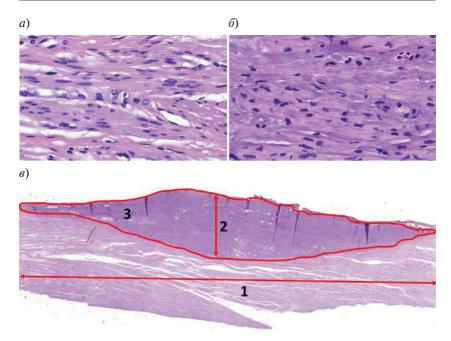


Рис. 1. Морфометрические показатели:

а) Неизмененный миометрий: контуры мышечных волокон и капилляры хорошо различимы, ядра обычной формы и величины, цитоплазма мышечных волокон оксифильная; б) Зона необратимой деструкции миометрия: контуры мышечных волокон и сосудов неразличимы, кариопикноз, выраженная базофилия цитоплазмы. Окраска гематоксилином и эозином, ув.800; в) Изученные морфометрические показатели: распространенность (1), глубина (2) и площадь (3) повреждения. Окраска гематоксилином и эозином, ув.50

к операции являлась симптомная миома матки -48,43%, нарушения менструального цикла при миоме и аденомиозе -28,57%, гиперплазия эндометрия -28,57%, аденомиоз -17,86%, элонгация шейки матки в сочетании с заболеванием матки (миома, аденомиоз) -17,86%.

Хирургическая техника

Влагалищная гистерэктомия состояла из традиционных этапов. Радиальное рассечение слизистой влагалища на уровне сводов

влагалища, смещение мочевого пузыря и прямой кишки краниально, вскрытие пузырно-маточной складки, выполнение передней кольпотомии. После выполнений задней кольпотомии поэтапно пересекались с использованием электролигирования — крестцово-маточные, кардинальные связки, маточные сосуды. Матка выводилась через кольпотомное отверстие после электролигирования, пересекались собственные связки яичников, маточные трубы. При необходимости матка фрагментировалась. Для фрагментации миоматозной матки использовали ножевую морцелляцию, биссекцию, коринг. Всем пациенткам выполнялась билатеральная тубэктомия, овариоэктомия производилась по показаниям. Далее осуществлялся контроль гемостаза и ушивание операционной раны.

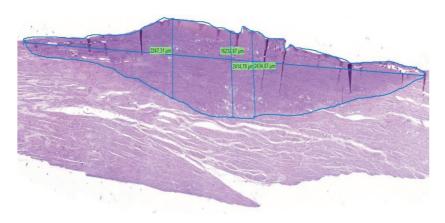
Результаты исследования

ВіСlатр — это биполярное устройство с электрохирургическим генератором VIO (ERBE, Германия). Функция AutoStop автоматически останавливает процесс коагуляции, когда достигается оптимальная коагуляция. Термометрические характеристики тканей в зоне воздействия электрохирургии. Максимальная температура, для эффективного гемостаза при лигировании зажимом «BiClamp» была равна 112,29 °C. Минимальная температура при использовании зажима «BiClamp» составила 36,13 °C. Температура на границе коагуляции инструментом «BiClamp» при электролигировании маточных сосудов составила 71,78 °C.

Глубина воздействия коагуляции на ткани при использовании зажима «BiClamp» была равна 3,54 мм. Площадь распространения коагуляции «BiClamp» — 22,80 мм². Распространенность коагуляции при использовании «BiClamp» составила 10,84 мм. На рисунке продемонстрированы следующие морфометрические характеристики: распространенность (мм); глубина (мм); площадь (мм²) (рис. 2).

Температура на границе коагуляции значимо коррелирует с глубиной (RS=0,64; р = 0,0075) и площадью поражения (RS=0,75; р < 0,001).

«TissueSeal Plus Comfort» является многоразовым инструментом для лигирования в открытой хирургии, который также имеет

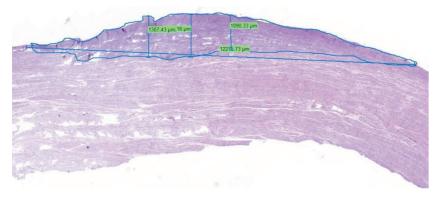


Puc. 2. Гистологическая картина после воздействия инструмента «BiClamp»

функцию AutoStop. Максимальная температура при лигировании «TissueSeal Plus Comfort» составила 84,45 °C. Минимальная температура при использовании зажима «TissueSeal Plus Comfort» составила 35,62 °C. Температура на границе коагуляции инструментом «TissueSeal Plus Comfort» раны при электролигирования маточных сосудов составила 54,57 °C. Глубина повреждения ткани при при использовании зажима «TissueSeal Plus» составила 1,93 мм. Площадь распространения коагуляции при использовании «TissueSeal Plus» была 10,85 мм². Распространенность коагуляции при использовании «TissueSeal Plus» оказалась равна 8,39 мм (рис. 3).

Температура на границе коагуляции значимо коррелирует с распространенностью ($R_S = 0.58$; p = 0.017) и площадью поражения ($R_S = 0.60$; p = 0.014). Влияние $T_{\rm max}$ на все морфометрические показатели не значимо.

«Thunderbeat» — это инструмент, который объединяет ультразвуковую и биполярную энергии. Мы использовали данное устройство только в режиме коагуляции, а рассечение тканей проводили таким же образом, как в группе 1 и 2 — ножницами. Максимальная температура при лигировании «Thunderbeat» составила 166,11 °C. Минимальная температура при использовании зажима «Thunderbeat»



Puc. 3. Гистологическая картина после воздействия инструмента «TissueSeal Plus»

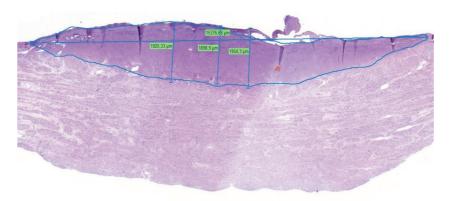
составила 39,60 °C. Максимальная температура около 165 °C может вызвать латеральное термическое повреждение и потенциальную травму соседних органов. Устройство объединяет две модальности энергии, генерируемую ультразвуком тепловую энергию трения и биполярную энергию одновременно и используется в режимах «коагулировать и резать». Мы использовали данное устройство только в режиме коагуляции, а рассечение тканей проводили таким же образом, как в группе 1 и 2 — ножницами. Температура на границе зоны коагуляции составила 54,57 °C. Глубина воздействия коагуляции выявлена при использовании зажима «Тhunderbeat» была равна 2,95 мм. Площадь распространения коагуляции при использовании «Thunderbeat» — 19,10 мм². Распространенность коагуляции при использовании составила «Thunderbeat» — 11,55 мм (рис. 4).

При использовании этого прибора только показатель распространенность имеет тенденцию к увеличению при повышении каждого из температурных показателей (при этом все коэффициенты корреляции не значимы).

Обсуждение

Представленное исследование выполнено для сравнения тепловых эффектов, вызванных электрохирургическими инструментами,

воздействующими на миометрий с целью определения степени термического повреждения, а также получения доказательств эффективного и безопасного клинического использования различных биполярных инструментов. Хирурги судят о степени термического повреждения тканей по их внешнему виду, изменению окраски и т. д., но не могут точно оценить диапазон глубины термического повреждения тканей. Травмы могут быть вызваны прямым воздействием тепла или тепловым распространением. В основном такие термические эффекты могут вызывать геморрагические осложнения и некроз тканей, что впоследствии приводит к коагуляционной травме мочеточника или повреждению кишечника, которые могут оставаться нераспознанными во время операции. Целью данного исследования являлось изучить, существуют ли различия между биполярными инструментами при влагалищной гистерэктомии, касающейся эффективности гемостаза и латерального повреждения ткани. Настоящее исследование демонстрирует, что использование электрохирургического гемостаза с помощью биполярных щипцов «TissueSeal Plus» демонстрирует ряд преимуществ перед биполярными щипцами «BiClamp» и «Thunderbeat» при влагалищной гистерэктомии. Так, максимальная температура бранш при электролигировании зажимом «BiClamp» была 112,29 °C,



Puc. 4. Гистологическая картина после воздействия инструмента «Thunderbeat»

на границе коагуляции составила 71,78 °C. При лигировании зажимом «Thunderbeat» температура бранш была 166,11 °C, на границе коагуляции 54,57 °C. При лигировании зажимом «TissueSeal» температура бранш составила 84,45 °C, на границе коагуляции 47,70 °C (p < 0,001). Таким образом, максимальная температура на браншах инструмента во время электролигирования и на границе коагуляции с интактной тканью была значимо ниже при использовании «TissueSeal Plus», чем зажимов «BiClamp» и «Thunderbeat», (величина $H - 41,8, p \le 0,01$). Температура на границе коагуляции также статистически значимо ниже при использовании «TissueSeal Plus», чем аналогов (величина $H - 41,8, p \le 0,001$). Величины температур, измеренные тепловизором представлены в таблице 1.

Наименьшая глубина воздействия коагуляции выявлена при использовании зажима «TissueSeal Plus» 1,93 мм, в сравнении у зажимов «BiClamp» и «Thunderbeat» — 3,54 мм и 2,95 мм соответственно. Площадь распространения коагуляции также наименьшая при использовании «TissueSeal Plus» — 10,85 мм², в отличие от «BiClamp» — 22,80 мм² и «Thunderbeat» — 19,10 мм². Распространенность коагуляции минимальна при использовании «TissueSeal Plus» — 8,39 мм, при использовании «BiClamp» —

 $\it Taблица~1$ Медианные температуры биполярных инструментов

	BiClamp (n = 16)	TissueSeal Plus (n = 16)	Thunderbeat (n = 16)	H (n = 16)	Уровень р
		$Me(Q_1;Q_2)$			
Максимальная температура, °С	112,29 [111,25; 114,40	84,45 [84,12; 85,13	166,11 [165,40; 166,50]	41,80	< 0,001
Минимальная температура, °С	36,13 [35,39; 37,07]	35,62 [34,63; 35,93	39,60 [39,50; 39,94]	34,09	< 0,001
Температура на границе коагуляции, °С	71,78 [71,55; 72,12]	47,70 [47,46; 48,15]	54,57 [53,80; 54,81]	41,80	< 0,001

Таблица 2 Морфометрические характеристики тканей после воздействия биполярных коагуляторов

Показатель	Прибор			ДА Краскела— Уоллиса	
	BiClamp (n = 16)	TissueSeal Plus (n = 16)	Thunderbeat $(n = 16)$	H (2, N=48)	p
Распростра- ненность, мм (Me [Q1; Q3])	10,84 [9,35; 12,30]	8,39 [4,35; 9,40]	11,55 [8,97; 14,12]	9,12	0,010
Глубина мм, ср. (Ме [Q1; Q3])	3,54 [2,48; 3,70]	1,93 [1,49; 2,60]	2,95 [2,04; 3,71]	7,72	0,021
Площадь, мм ² (Ме [Q1; Q3])	22,80 [17,10; 31,75]	10,85 [5,55; 16,52]	19,10 [15,65; 34,10]	10,67	0,0048

 $10,84 \,\mathrm{mm}$, «Thunderbeat» — $11,55 \,\mathrm{mm}$. Морфометрические параметры тканей представлены в таблице 2.

По результатам дисперсионного анализа средние значения (выраженные медианами) трех показателей значимо различались при использовании различных зажимов. Анализ попарных сравнений групповых средних показателей показал, что эти различия обусловлены значимо более низкими значениями распространенности, глубины и площади при использовании прибора TissueSeal Plus по сравнению с другими зажимами.

Выволы

Фактором риска возникновения латерального термического повреждения является максимальная температура на границе коагуляции, так как коэффициент корреляции (r) между температурой на границе коагуляции и распространенностью коагуляции составил 0.58, p = 0.017, а также площадью коагуляции составил 0.60, p = 0.014. Вышеописанные данные позволяют утверждать, что

выбор оптимального биполярного зажима «TissueSeal Plus Comfort» позволяет снизить риск латерального термического повреждения, так как температура на границе коагуляции значимо коррелирует с распространенностью и площадью коагуляции. Таким образом использование зажима «TissueSeal Plus Comfort» при влагалищной гистерэктомии эффективно, безопасно, имеет наилучшие термометрические и морфометрические показатели при воздействии на ткань, тем самым снижая риск латерального термического повреждения, при условии, что меры предосторожности приняты в отношении возникновения нежелательных тепловых эффектов.

Список литературы

- 1. Ailamazyan E. K., Bezhenar V. F., Savitsky G. A., Niauri D. A., Popov E. N., Tsypurdeyeva A. A., Ivanova R. D., Tsuladze L. K. The rational choice of surgical approach for hysterectomy // J. Gynecol Surg (2006) 3 (Suppl 1): S95–S96.
- 2. Беженарь В. Ф., Новиков Е. И., Василенко Л. В., Комличенко Э. В. Влагалищные операции. СПб.: Изд-во Н-Л, 2013. 151 с.
- 3. Whiteman MK, Hillis SD, Jamieson DJ, Morrow B, Podgornik MN, Brett KM, et al. Inpatient hysterectomy surveillance in the United States, 2000–2004// Am J Obstet Gynecol. 2008;198(1):34 e1–34 e7. doi: 10.1016/j.ajog.2007.05.039.
- 4. **Candiani M., Izzo S., Bulfoni A., Riparini J., Ronzoni S., Marconi A.** Laparoscopic vs vaginal hysterectomy for benign pathology//Am J Obstet Gynecol. 2009;200(4):368 e1—368 e7. doi: 10.1016/j.ajog.2008.09.016.
- 5. **Moen MD, Richter HE.** Vaginal hysterectomy: past, present, and future// Int Urogynecol J. 2014;25(9):1161–1165
- 6. Плеханов А. Н., Беженарь В. Ф., Епифанова Т. А., Беженарь Ф. В. Термометрические характеристики тканей в зоне вмешательства при выполнении электрохирургической влагалищной гистерэктомии // Акушерство и гинекология 2020. (6). С -98-105.
- 7. Zenon Pogoreli, Josip Kati, Ivana Mrklic, Ana Jeronci, Tomislav Susnjar, Miro Juki, Katarina Vilovic, Zdravko Perko. Lateral thermal damage of mesoappendix and appendiceal base during laparoscopic appendectomy in children: comparison of the harmonic scalpel (Ultracision), bipolar coagulation (LigaSure), and thermal fusion technology (MiSeal) // Journal of surgical research. 2017; (212):101–107.
- 8. **Amruta Jaiswal, Kuan-GenHuang**. Energy devices in gynecological laparoscopy archaic to modern era // Gynecology and Minimally Invasive Therapy. 2017; 6 (4):147-151.

9. Zhu Q., Ruan J., Zhang L., Jiang W., Liu H., Shi G. The study of laparoscopic electrosurgical instruments on thermal effect of uterine tissues // Arch Gynecol Obstet. 2012; 285:1637–1641.

Сведения об авторах

Плеханов Андрей Николаевич, профессор, доктор медицинских наук, главный гинеколог Федерального государственного учреждения здравоохранения Санкт-Петербургской клинической больницы Российской академии наук, профессор кафедры акушерства, гинекологии и неонатологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Российская Федерация, г. Санкг-Петербург

E-mail: a_plekhanov@mail.ru

Епифанова Татьяна Алексеевна, кандидат медицинских наук, врач акушер-гинеколог Федерального государственного учреждения здравоохранения Санкт-Петербургской клинической больницы Российской академии наук, Российская Федерация, г. Санкг-Петербург

E-mail: epifanova-tatiana@mail.ru

Беженарь Фёдор Витальевич, врач акушер-гинеколог Федерального государственного учреждения здравоохранения Санкт-Петербургской клинической больницы Российской академии наук, Российская Федерация, г. Санкг-Петербург

E-mail: fbezhenar@gmail.com

Andrey N. Plekhanov, Professor, Doctor of Sciences in Medicine, Chief gynecologist of the Saint-Petersburg Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, professor of the Department of Obstetrics, Gynecology and Neonatology of the Pavlov Saint-Petersburg State Medical University, Russian Federation, Saint-Petersburg

E-mail: a_plekhanov@mail.ru

Tatiana A. Epifanova, Candidate of Sciences in Medicine, Gynecologist of the Saint-Petersburg Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Saint-Petersburg

E-mail: epifanova-tatiana@mail.ru

Fedor V. Bezhenar, Gynecologist of the Saint-Petersburg Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Saint-Petersburg

E-mail: fbezhenar@gmail.com