



Обзоры

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2024

УДК 618.11-089

Сибирская Е.В.^{1,2,3}, Шарков С.М.^{4,5}, Никифорова П.О.^{2,3}, Гусарова О.И.⁴

Гемостаз яичника и овариальный резерв: взгляд детского гинеколога

¹ФГБОУ «Российский университет медицины» Минздрава России, 109263, Москва, Россия;

²Российская детская клиническая больница — филиал ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, 119571, Москва, Россия;

³ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, 117513, Москва, Россия;

⁴ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия;

⁵ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница» Департамента здравоохранения г. Москвы, 119049, Москва, Россия

Резюме

Введение. Все актуальные методы гемостаза, применяемые в хирургии яичников, неизбежно ведут к повреждению здоровых фолликулов. Значительная потеря овариального резерва в детском возрасте может привести к развитию преждевременной недостаточности яичников в будущем. В связи с этим в детской гинекологии особое значение приобретает выбор метода гемостаза, бережного по отношению к ткани яичника. **Цель:** определить эффективные методы остановки кровотечения при хирургических вмешательствах на яичнике и влияние каждого метода на овариальный резерв у детей.

Материалы и методы. Проведён поиск литературы в базах данных: PubMed, Embase, Cochrane Library с 1989 до 2024 г.

Результаты. Установлено, что все современные методы остановки кровотечения приводят к уменьшению овариального резерва. Скорость и потенциал восстановления ткани яичника зависят не только от метода, но и от техники проведения гемостаза. Пока нет данных о различиях между коагуляционным и лигатурным методами гемостаза при работе с тканью яичников. Использование энергии для остановки кровотечения технически проще и менее затратно по времени, чем наложение шва, особенно для неопытного хирурга. Осложнения, связанные с техническими ошибками при проведении гемостаза, могут привести к значительному ухудшению резерва яичников в долгосрочной перспективе. Таким образом, оптимальный метод остановки кровотечения в каждой клинической ситуации определяется исходя из технических возможностей, навыков и предпочтений хирурга.

Заключение. Бережное отношение к овариальному резерву в детском возрасте имеет важнейшее значение для репродуктивного здоровья пациенток в будущем. При выборе способа гемостаза важно учитывать технические возможности и навыки хирурга.

Ключевые слова: овариальный резерв; биполярная коагуляция; ультразвуковая коагуляция; лазерная коагуляция; аргоноплазменная коагуляция; гемостатический шов; местные гемостатические препараты

Для цитирования: Сибирская Е.В., Шарков С.М., Никифорова П.О., Гусарова О.И. Гемостаз яичника и овариальный резерв: взгляд детского гинеколога. *Российский педиатрический журнал*. 2024; 27(4): 283–290. <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2024-27-4-283-290> <https://elibrary.ru/dzuvafr>

Для корреспонденции: Никифорова Полина Олеговна, врач гинекологического отд-ния РДКБ ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова», 119571, Москва, Россия; каф. акушерства и гинекологии им. акад. Г.М. Савельевой ПФ «РНИМУ им. Н.И. Пирогова», 117513, Москва, Россия, pol_nikiforova@mail.ru

Участие авторов: Сибирская Е.В. — разработка концепции и дизайна исследования, редактирование статьи; Шарков С.М. — редактирование статьи; Никифорова П.О. — анализ результатов, редактирование статьи; Гусарова О.И. — написание статьи, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 25.06.2024
Принята к печати 07.08.2024
Опубликована 16.09.2024

Elena V. Sibirskaya^{1,2,3}, Sergey M. Sharkov^{4,5}, Polina O. Nikiforova^{2,3}, Olga I. Gusarova⁴

Ovarian hemostasis and ovarian reserve: the perspective of a pediatric gynecologist

¹Russian University of Medicine, Moscow, 109263, Russian Federation;

²Russian Children Clinical Hospital – Branch of the N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 119571, Russian Federation;

³N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 117513, Russian Federation;

⁴I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, 119991, Russian Federation;

⁵Morozovskaya Children's City Clinical Hospital, Moscow, 119049, Russian Federation

Summary

Introduction. All current methods of hemostasis used in ovarian surgery inevitably lead to damage to healthy follicles. Significant loss of ovarian reserve in childhood can lead to the development of premature ovarian insufficiency in the future. Therefore, the choice of a method of hemostasis that is most gentle on ovarian tissue becomes particularly important in pediatric gynecology.

Materials and methods. Paper search and analysis was completed using the PubMed, Embase, Cochrane Library and Google Scholar databases. This literature review includes systematic reviews, cohort studies, case series, and randomized controlled trials (RCTs) from 1989 to 2024.

Results. All modern methods of hemostasis lead to a decrease in the ovarian reserve. The rate and potential of ovarian tissue repair depends on the method as well as the technique of hemostasis. According to the presented data, there is no unambiguous opinion between coagulation and ligature hemostasis methods when working with ovarian tissue. Coagulation hemostasis is technically easier and less time-consuming than suturing, especially for an inexperienced surgeon. Complications associated with technical errors during hemostasis can lead to a significant deterioration of the ovarian reserve in the long-term perspective. Thus, the appropriate method of hemostasis in each clinical situation is determined according to technical capabilities, skills, and preferences of the surgeon and the operation plan.

Conclusion. Careful preservation of ovarian reserve in pediatric practice is of paramount importance for the future reproductive health of female patients. When choosing a method of hemostasis, it is important to take into account the technical capabilities and skills of the surgeon. Further study is needed to assess the impact of modern hemostasis methods on ovarian reserve.

Keywords: ovarian reserve; bipolar coagulation; ultrasound coagulation; laser coagulation; argon plasma coagulation; hemostatic suture; topical hemostatic agents

For citation: Sibirskaya E.V., Sharkov S.M., Nikiforova P.O., Gusarova O.I. Ovarian hemostasis and ovarian reserve: the perspective of a pediatric gynecologist. *Rossiyskiy Pediatriccheskiy Zhurnal (Russian Pediatric Journal)*. 2024; 27(4): 283–290. (In Russian). <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2024-27-4-283-290> <https://elibrary.ru/dzuval>

For correspondence: Polina O. Nikiforova, doctor of the Gynecological department of the Russian Children Clinical Hospital – Branch of the N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 119571, Russian Federation; Department of Obstetrics and Gynecology named after Academician G.M. Savelyeva PF “RNIMU named after N.I. Pirogov”, 117513, Moscow, Russian Federation, pol_nikiforova@mail.ru

Contribution: Sibirskaya E.V. — study concept and design, editing the text; Sharkov S.M. — editing the text; Nikiforova P.O. — analysis of the results, editing the article; Gusarova O.I. — writing the text, review of publications on the topic of the article, analysis of the data obtained. All co-authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Information about the authors:

Sibirskaya E.V., <https://orcid.org/0000-0002-4540-6341>
Sharkov S.M., <https://orcid.org/0000-0002-6844-3321>
Nikiforova P.O., <https://orcid.org/0000-0001-5046-9016>

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: June 25, 2024

Accepted: August 07, 2024

Published: September 16, 2024

Введение

Выбор метода гемостаза, щадящего в отношении овариального резерва, приобретает особое значение в детской гинекологии. Ятrogenное снижение овариального резерва в детском и подростковом возрасте может приводить к нарушению формирования связей в гипоталамо-гипофизарно-яичниковой оси и к преждевременной недостаточности яичников [1]. Поскольку пул фолликулов является невосполнимым, подобные отдалённые осложнения практически не поддаются коррекции у взрослых. Таким образом, от бережного гемостаза яичников напрямую зависит будущее репродуктивное благополучие пациенток. При экстренных вмешательствах в отсутствие детскогогинеколога гемостаз яичника вынуждены проводить врачи смежных специальностей: детские хирурги, детские урологи и др.

Сохранение овариального резерва в подобных случаях может стать не главной задачей, что повышает вероятность отдалённых осложнений операции. Информация о методах гемостаза, более безопасных в отношении яичников в детском возрасте, может быть актуальна для хирургов независимо от специализации.

Цель работы: определить эффективные методы остановки кровотечения при хирургических вмешательствах на яичнике и влияние каждого метода на овариальный резерв у детей.

Критерии сохранности овариального резерва. Дизайн современных работ принципиально не отличается от ранних методов оценки гемостаза, которые можно условно разделить на морфологические и клинические. Морфологические методы позволяют точно измерить объём и характер повреждений путём гистологического анализа. При этом повреждения ткани яичника оценива-

ли преимущественно на моделях и живых лабораторных животных. Однако невозможность однозначно интерпретировать их результаты применительно к людям, т. к. объём, функция и регенеративные способности яичников имеют межвидовые различия, существенно ограничивают их использование [2]. В 2011 г. был предложен метод определения эффекта коагуляции на человеческом яичнике в условиях реальной операции, который позволил оценить объем коагуляции и особенности некроза в зависимости от вида используемой энергии и показать минимальное повреждение ткани яичника при воздействии лазерной вапоризации. Однако доказательность этого метода ограничена ввиду малого объема выборки (8 человек) [3]. Клинические методы используют анализ лабораторных маркеров и ультразвуковых параметров, а также частоту спонтанных овуляций и беременностей у пациенток после вмешательства на яичниках. Функции яичника могут отражать как лабораторные, так и ультразвуковые параметры [4]. В работах, посвященных сравнению эффекта различных видов коагуляции, рассматривают изменения концентраций в крови фолликулостимулирующего гормона (ФСГ); антимюллерова гормона (АМГ); числа антальных фолликулов (КАФ); пиковой систолической скорости кровотока в сосудах яичника; частоты спонтанных овуляций и беременностей [5, 6].

Овариальный резерв яичников (фолликулярный запас) — это численность ооцитов, которые способны быть оплодотворенными в настоящее время [7, 8]. Универсальные критерии оценки овариального резерва пока не разработаны. Часто используют определение сыровороточных концентраций ФСГ; анализ концентрации базального эстрadiола (Е2); определение изменений уровней АМГ. Выделяют следующие границы концентраций АМГ: 3–8 МЕ/л — норма, предполагается хороший ответ на стимуляцию; 8–10 МЕ/л — ответ может колебаться от нормального до умеренно сниженного; 10–12 МЕ/л — низкий овариальный резерв, сниженный ответ на стимуляцию; 12–17 МЕ/л — плохой ответ на стимуляцию и низкая частота наступления беременности [9, 10]. Ключевым преимуществом клинических методов является возможность рассмотреть не только степень повреждения, но и скорость регенерации тканей и восстановления функций яичника [11]. Возможные расхождения позволяют полагать, что достоверные данные можно получить при комплексном обследовании пациенток с учётом репродуктивных исходов. Эффекты методов гемостаза (гемостатические шов, местные гемостатические агенты) целесообразно оценивать с помощью клинических, но не морфологических методов. Поражение яичников, в отличие от коагуляции, при данных методиках обусловлено воспалительным ответом, а при наложении гемостатического шва — также сдавлением тканей за счёт натяжения нитей. Дополнительным повреждающим фактором может стать формирование гематомы вследствие недостаточной эффективности гемостаза. Описанные методы оценки овариального резерва затруднительно применять у пациентов в детском возрасте. Исключение могут составлять подростки с регулярным менструальным циклом, который свидетельствует о зрелости репродуктивной системы. Тем не менее методы гемостаза, в наименьшей степени снижа-

ющие овариальный резерв у взрослых пациенток, являются предпочтительными и для детской хирургии.

До начала пубертатного периода детские яичники отличаются малым объемом. У новорожденной девочки масса яичника составляет 0,3–0,4 г и к моменту наступления менархе увеличивается в 13–20 раз [12]. При этом среднее число примордиальных фолликулов у детей в возрасте от 1 года до 14 лет в биопсийном материале объемом 2 мм³ составляет около 700 [13]. Воздействие на ткани детского яичника вызывает повреждение большего объема, чем у взрослых пациенток, и потерю значительной доли примордиальных фолликулов [14]. Поскольку сохранившиеся фолликулы продолжают подвергаться атрезии, хирургическое вмешательство на яичниках в детском возрасте связано с повышенным риском ятрогенной преждевременной недостаточности яичников.

Электрокоагуляция является актуальным методом гемостаза в детской хирургии в связи с широким распространением лапароскопического доступа, который имеет такие преимущества, как возможность манипуляции в полости малого объема, в особенности у новорожденных и детей раннего возраста, а также ускоренная реабилитация пациентов в раннем послеоперационном периоде. Повысить точность вмешательства позволяет применение роботических систем «DaVinci» и «Senhance». Гемостаз с помощью энергии повышает эргономичность работы в ограниченном пространстве. Электрическая энергия технически легко совместима с инструментами для малоинвазивной хирургии [15]. В лапароскопической хирургии применяются два вида электрической коагуляции: монополярная и биполярная. Для замыкания электрической цепи и возникновения тока необходимо наличие 2 электродов. В случае монополярной коагуляции первым электродом служит рабочая часть инструмента, второй размещается на коже пациента. При использовании биполярной коагуляции оба электрода представлены браншами инструмента. Таким образом, при монополярной коагуляции электрический ток проходит через все тело пациента, тогда как при биполярной — только через ткани, захваченные инструментом [16].

Монополярная коагуляция при сравнении с биполярной приводит к более грубому и глубокому некрозу тканей. Показано значимое снижение овариального резерва после применения монополярной коагуляции [17]. Подобный эффект можно объяснить более значительным повреждением сосудов яичника при монополярной коагуляции, что связано, вероятно, с прохождением электрического тока через все тело пациента [18]. В связи с высоким риском ятрогенной менопаузы монополярная коагуляция в настоящее время не применяется при манипуляциях на яичнике.

Биполярная коагуляция широко используется в связи с удобством и относительной безопасностью. Прогоходжение электрического тока на небольшом расстоянии между браншами позволяет использовать меньшее напряжение, снижая, таким образом, нагревание окружающих тканей в сравнении с монополярной коагуляцией. Биполярная коагуляция обеспечивает быстроту и надежность гемостаза. Меньший риск послеоперационного кровотечения показан для биполярной коагуля-

ции при сравнении с аргоноплазменной [19]. Большая эффективность гемостаза обусловлена более глубоким повреждением тканей. Однако осложнения, связанные с кровотечением и повторным хирургическим вмешательством для его остановки, могут привести к значительной потере овариального резерва и затруднению регенерации.

Несмотря на описанные преимущества, биполярная коагуляция проигрывает лазерной и аргоноплазменной коагуляции при лабораторной и ультразвуковой оценке сохранности овариального резерва в послеоперационном периоде. Чем больше послеоперационный срок, тем значительнее различаются результаты обследования пациенток после биполярной коагуляции в сравнении с лазерной и аргоноплазменной [20]. Худшая регенерация после биполярной коагуляции в сравнении с лазерной и аргоноплазменной, вероятно, объясняется большим объемом поражения тканей, а также более выраженным повышением проницаемости сосудов [21]. По сравнению с иными видами энергии биполярная коагуляция не имеет преимуществ в отношении сохранения овариального резерва. Тем не менее данный метод позволяет осуществить эффективный гемостаз, поэтому нерационально полностью отказываться от использования биполярной коагуляции в хирургии яичника.

Ультразвуковая коагуляция может служить альтернативой электрохирургическим методам. Эта технология позволяет производить как коагуляцию, так и рассечение тканей [22]. Специфическим её преимуществом считается минимальный термический эффект на окружающие ткани [23]. Однако чрезмерное нагревание рабочей части инструмента может нивелировать это достоинство и даже привести к дополнительному повреждению тканей. Перегревание браншей вероятно при работе на высокой мощности [24]. При этом выбор оптимального режима позволяет избежать дополнительного термического воздействия. Эффект ультразвуковой коагуляции на овариальный резерв сопоставим с воздействием биполярной коагуляции. Однако на практике существенной разницы в объеме воздействия не выявлено [25]. Показано, что ультразвуковая коагуляция приводит к большей потере овариального резерва и замедлению регенерации тканей, чем гемостатический шов [26]. Следует отметить, что ультразвуковая коагуляция относительно редко применяется в детской гинекологии, но получила распространение в детской абдоминальной хирургии. Ультразвуковая коагуляция с помощью аппарата «Harmonic» вызвала меньшее латеральное нагревание тканей, чем биполярная коагуляция с помощью аппарата «Ligasure» [27]. Ультразвуковая коагуляция, по-видимому, оказывает неблагоприятное воздействие на овариальный резерв, сопоставимое с эффектом биполярной коагуляции. Её применение для достижения гемостаза яичников представляется допустимым, но не предпочтительным.

Лазерная коагуляция использует принцип передачи энергии высокointенсивных световых волн. Когда излучение достигает удельной мощности $10^8\text{--}10^9 \text{ Вт}/\text{см}^2$, между тканью и источником лазера формируется плазма, воздействие которой обеспечивает коагуляцию ткани. Поскольку энергия лазерного луча поглощается плазмой, эффект не зависит от собственных свойств

ткани [28]. Инструменты для лазерной коагуляции делятся на контактные и бесконтактные. Наконечник контактного лазера для коагуляции должен касаться ткани, тогда как бесконтактный лазер воздействует на ткань только посредством слоя плазмы. Контактный лазер обеспечивает большую точность воздействия, но сильнее нагревает прилегающие структуры. Бесконтактный лазер позволяет достичь гемостаза в труднодоступных областях, а также подходит для коагуляции небольших и неглубоких участков. Учитывая описанные свойства, бесконтактный лазер предпочтителен для работы на яичнике по сравнению с контактным [29]. Исследования *in vitro* демонстрируют, что воздействие лазера приводит к меньшему объему повреждения тканей, чем электрокоагуляция [30].

Существуют лазеры нескольких разновидностей в зависимости от среды, используемой для усиления электромагнитных волн. Актуально применение неодимового иттрий-алюминиевого граната (NdYAG-лазера), углекислотного лазера (CO_2 -лазера) и аргонового лазера [31]. Однако данных о преимуществах того или иного вида лазера пока недостаточно [32]. Применение CO_2 -лазера возможно в пульсирующем и непрерывном режимах. Выявлено, что пульсирующий режим обеспечивает меньшее повреждение фолликулов [33]. Клинические наблюдения показывают быстрое восстановление функции яичников после применения лазерной коагуляции по сравнению с иными видами энергии [34]. По сравнению с цистэктомией лазерная вапоризация эндометриоидных образований яичника ведёт к более быстрому восстановлению КАФ [35–37]. Эти наблюдения позволяют полагать, что коагуляция с помощью лазера вызывает наименьший воспалительный ответ и создаёт условия, благоприятные для восстановления функции яичника. Лазерная коагуляция, независимо от технологии формирования луча, обеспечивает минимальный ущерб овариальному резерву. Благоприятные результаты показаны при использовании метода для гемостаза и аблации эндометриоидных кист. Лазерную коагуляцию можно считать методом гемостаза, предпочтительным с точки зрения сохранности ткани яичника.

Аргоноплазменная коагуляция — это радиочастотная ионизация аргона с образованием плазмы, которая, в свою очередь, проводит энергию к тканям в зоне воздействия. Метод является бесконтактным, что определяет его преимущества, общие с лазерной коагуляцией: возможность манипуляции в ограниченном пространстве и уменьшение термического эффекта на ткани [35]. В исследованиях *in vitro* аргоноплазменная коагуляция обеспечивала наименьшее повреждение ткани яичника по сравнению с другими видами энергии. Ткани, прилежащие к зоне воздействия, не нагревались до критической температуры, тогда как биполярная коагуляция приводила к длительному перегреванию тканей, потенциально ведущему к необратимому повреждению фолликулов. Использование аргоноплазменной коагуляции в режиме низкой мощности позволило добиться минимально возможного объема дефекта. Аргоноплазменная коагуляция, таким образом, позволяет производить более локальное и щадящее воздействие, чем прочие актуальные методы. Небольшой объем воздействия, обеспечивающий максимальное сохранение овариаль-

ного резерва, одновременно уменьшает эффективность гемостаза. Чем выше интенсивность кровотечения, тем менее предпочтительно применение аргоноплазменной коагуляции для его остановки. Аргоноплазменная коагуляция сопоставима по эффекту с лазерной коагуляцией. Общим достоинством этих двух видов энергии является отсутствие искры, что обеспечивает равномерную структуру струпа и, следовательно, лучшую регенерацию. Аргоноплазменная коагуляция лишена осложнений, связанных с отражением луча от металлических частей инструментов, что характерно для лазерной коагуляции. В то же время при интенсивном кровотечении лазерная коагуляция обеспечивает более надёжный гемостаз. Однако пока невозможно отдать предпочтение аргоноплазменной либо лазерной коагуляции. Ключевую роль в выборе между этими методами может сыграть более низкая стоимость аргоноплазменного коагулятора. Существуют неоднозначные данные о дополнительных эффектах аргоноплазменной коагуляции на регенеративные процессы в яичнике. С одной стороны, предполагается, что воздействие этого вида энергии стимулирует неоангиогенез [38]. С другой стороны, отмечались случаи нарушений фолликулогенеза и синдрома лютенизации неовултировавшего фолликула у больных, подвергшихся воздействию аргоноплазменной энергии. Высокие показатели спонтанной овуляции и восстановление КАФ до уровня, близкого к дооперационному, даже у пациенток с глубоким эндометриозом, позволяют полагать, что аргоноплазменная коагуляция влияет на послеоперационную регенерацию яичников положительно или нейтрально [39].

Данных об исходах применения аргоноплазменной коагуляции в хирургии яичников у детей недостаточно. Аргоноплазменную коагуляцию можно отнести к методам, щадящим в отношении овариального резерва. В то же время при интенсивном кровотечении аргоноплазменная коагуляция не всегда позволяет обеспечить надёжный гемостаз. При рациональном применении для остановки умеренного кровотечения, а также в комбинации с иными методами гемостаза данный метод можно отнести к приоритетным для работы на яичниках.

Итоги сравнения различных видов энергии. В упрощённом виде сравнительная характеристика воздействия

различных видов энергии на ткань яичника представлена в таблице, которая демонстрирует, что лазерная и аргоноплазменная коагуляция имеют преимущества по сравнению с биполярной и ультразвуковой коагуляцией, т. к. приводят к минимальному снижению АМГ и КАФ, а также к наименьшему повышению ФСГ. Применение лазерной и аргоноплазменной коагуляции также не вызывает выраженных нарушений гемодинамики в яичнике. Необходимо учитывать, что показатели, описанные в таблице, не являются исчерпывающими для выбора метода гемостаза, т. к. объём операции и привычное для хирурга оборудование могут влиять на исход в отношении сохранности овариального резерва.

Гемостатический шов необходимо оценить как метод гемостаза, альтернативный коагуляции. При оценке послеоперационной функции яичников гемостатический шов показал преимущества над электрической и ультразвуковой коагуляцией. При этом были выявлены лучшие послеоперационные значения АМГ и КАФ после гемостаза с помощью шва [40, 41]. В отдельных работах были отмечены также более низкие уровни ФСГ и более высокие показатели периферического сосудистого сопротивления (ПСС) у пациентов с лигатурным гемостазом по сравнению с теми, кому гемостаз был проведён с помощью коагуляции. Наложение гемостатического шва минимизирует, но не исключает снижение овариального резерва. Воспалительная реакция на шовный материал также ведёт к поражению здоровых фолликулов. Кроме того, натяжение в узле приводит к развитию локальной ишемии и некроза. Использование нитей V-loc позволяет снизить объём шовного материала в ране, а также обеспечивает более равномерное натяжение шва [42]. Методика наложения шва, по всей видимости, не имеет решающего значения, но может частично способствовать сохранению овариальной функции. Важнейшим недостатком лигатурного гемостаза является его меньшая надёжность по сравнению с электрической или ультразвуковой коагуляцией. В раннем послеоперационном периоде возможно прорезывание шва, некроз и отторжение вовлечённых в шов тканей, кровотечение, геморрагическое пропитывание яичника [43, 44]. Перечисленные осложнения нивелируют преимущества гемостатического шва перед коагуляцией и повышают

Сравнительная характеристика влияния энергии различных видов на показатели овариального резерва
Comparative characteristics of the influence of energy of different types on ovarian reserve indices

Вид энергии Energy type	ФСГ Follicle-stimulating hormone (FSH)	АМГ Anti-Müllerian hormone (AMH)	КАФ Antral follicle count (AFC)	Гемодинамические нарушения в ткани яичника Hemodynamic disorders in the ovarian tissue
Биполярная электрокоагуляция Bipolar electrocoagulation	↑↑	↓↓	↓↓	Выражены Pronounced
Ультразвуковая коагуляция Ultrasonic coagulation	↑↑	↓↓↓	↓↓	Выражены Pronounced
Лазерная коагуляция Laser coagulation	↑	↓	↓	Не выражены Not pronounced
Аргоноплазменная коагуляция Argonplasmic coagulation	↑	↓	↓	Не выражены Not pronounced Есть данные о стимуляции ангиогенеза There is evidence of stimulation of angiogenesis

риск неблагоприятных исходов хирургического вмешательства. Надёжность лигатурного гемостаза зависит от мануальных навыков хирурга. Для наложения состоятельного шва необходимо тщательное сопоставление тканей и владение техникой формирования узлов. Натяжение лигатур должно создавать компрессию, достаточную для остановки кровотечения, но не приводящую к ишемии значительного объёма тканей, что требует продолжительного обучения. Очевидно, что коагуляционный гемостаз технически проще для выполнения неопытными хирургами. Выбор между гемостатическим швом и коагуляцией требует оценки соотношения «риска–польза». На решение могут повлиять как особенности анамнеза пациентки, так и навыки хирурга. Не исключено, что сравнение лигатурного гемостаза с лазерной и аргоноплазменной коагуляцией позволит выявить методику, компромиссную в отношении эффективности гемостаза и сохранности овариального резерва.

Местные гемостатические агенты включают средства, нанесение которых на зону кровотечения активирует естественный процесс тромбообразования.

Современные местные гемостатики можно распределить на три вида:

- каустические (хлорид алюминия, гидроксосульфат железа, нитрат серебра, хлорид цинка) — вызывающие коагуляционный некроз ткани в области нанесения;
- физические (целлюлоза, желатин, крахмал, коллаген) — образующие матрикс, на поверхности которого реализуется внешний путь свёртывания крови;
- биологические (фибрин, тромбин) — непосредственные компоненты каскада гемокоагуляции [45].

Эффективность местных гемостатиков изучена ещё недостаточно, рекомендуется использовать местные гемостатики как вспомогательный метод после наложения шва или проведения коагуляции [46, 47]. Можно полагать, что их комбинирование с гемостатическим швом позволит повысить эффективность метода и уменьшить необходимость в коагуляции, что будет способствовать сохранению овариального резерва.

Заключение

Патология яичников, требующая экстренного проведения гемостаза, диагностируется приблизительно в 20% случаев при проведении лечебно-диагностической лапароскопии у детей с абдоминальным болевым синдромом [48]. Приоритетом становится быстрая и надёжная остановка кровотечения, тогда как потеря овариального резерва для врача — не гинеколога может казаться неочевидным и маловажным риском. Информированность детских хирургов о важности сохранения ткани яичника и применении оптимальных методов гемостаза при операциях в малом тазу у детей может уменьшить вероятность бесплодия у пациенток в дальнейшем. Анализ показал, что все актуальные методы гемостаза неизбежно ведут к снижению овариального резерва пациентки. При этом скорость и полнота регенерации яичника зависят не только от метода, но и от техники выполнения гемостаза. Коагуляция с помощью различных видов энергии обеспечивает надёжный гемостаз. Лучшего сохранения овариального резерва позволяют достичь лазерная и аргоноплазменная коагуляция. Дополнительно

минимизировать повреждение ткани яичника позволяет выбор оптимального режима подачи энергии. Лигатурный гемостаз снижает овариальный резерв в значительно меньшей степени, чем биполярная и ультразвуковая коагуляция. Хороший эффект можно получить путём минимизации шовного материала в ране и оптимальным натяжением шва. Повышение эффективности гемостаза без использования коагуляции возможно с помощью местных гемостатических препаратов, наносимых на область наложения шва. Остановка кровотечения с помощью энергии технически проще и быстрее в исполнении, чем наложение шва, в особенности для неопытного хирурга. Осложнения, связанные с техническими недостатками выполнения гемостаза, могут привести к значительному снижению овариального резерва в отдалённой перспективе. Следовательно, для каждой клинической ситуации оптимальный метод гемостаза определяется в зависимости от технических возможностей, навыков и предпочтений хирурга и плана операции.

Литература

- (п.п. 1–11; 13; 15; 19; 21; 23–38; 40–47 см. References)
12. Ануфриенко К.О., Чопорова Н.В. Гистологическая структура и возрастные изменения яичника. В кн.: *Мировые тенденции развития науки и техники: пути совершенствования. Материалы X Международной научно-практической конференции. В 3-х частях. Часть 1.* М.: Пресс-центр; 2022: 282–3. <https://elibrary.ru/bqvbln>
 14. Адамян Л.В., Сибирская Е.В., Богданова Е.А., Колтунов И.Е., Смаль Т.А., Шуткова А.Ю. Клиника и диагностика доброкачественных опухолей и опухолевидных образований яичников у девочек (аналитический обзор). *Репродуктивное здоровье детей и подростков.* 2016; (4): 18–26. <https://elibrary.ru/wlbjmt>
 16. Гасымова Д.М., Рухляда Н.Н. Овариальный резерв после ургентных гинекологических операций у женщин с осложнениями доброкачественных и опухолевидных образований яичников. *Проблемы репродукции.* 2017; 23(2): 27–32. <https://doi.org/10.17116/terpo201723227-32> <https://elibrary.ru/yoatlb>
 17. Дубинская Е.Д., Тер-Овакимян А.Э., Косаченко А.Г. *Оперативная гинекология.* М.; 2018. <https://elibrary.ru/xoqned>
 18. Тонян К.А., Духин А.О., Бояринцев В.В. Физиологические аспекты восстановления репродуктивной функции у пациенток после перенесенных острых гинекологических заболеваний. *Физиология человека.* 2020; 46(5): 91–9. <https://doi.org/10.31857/S0131164620050136> <https://elibrary.ru/xlmzrt>
 20. Соломатина А.А., Хамзин И.З., Тюменцева М.Ю. Влияние современных методов гемостаза на овариальный резерв при органосохраняющих операциях на яичниках. *Акушерство и гинекология: новости, мнения, обучение.* 2018; (4): 45–51. <https://doi.org/10.24411/2303-9698-2018-14005> <https://elibrary.ru/uzlzqo>
 22. Акопов А.Л., Арулдас К.А. Ультразвуковая диссекция и коагуляция насадкой «Гармоник фокус» при анатомических резекциях лёгкого. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 2014; 173(1): 076–80. <https://elibrary.ru/rvdtzj>
 39. Молотков А.С. Эндометриоидные кисты: современная стратегия хирургического лечения. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова.* 2022; 17(3): 116–22. https://doi.org/10.25881/20728255_2022_17_3_116 <https://elibrary.ru/hlgsub>
 48. Сибирская Е.В., Адамян Л.В., Яцык С.П., Гераськина С.Г. Боли в животе у девочек, связанные с гинекологической патологией: ошибки диагностики и лечения. *Педиатрическая фармакология.* 2014; 11(4): 23–8. <https://elibrary.ru/snjjwfr>

References

1. Adamyan L.V., Menzhinskaya I.V., Antonova A.A., Tonoyan N.M., Sukhikh G.T. Diagnostic value of autoantibodies against steroidogenic enzymes and hormones in infertile women with premature ovarian insufficiency. *Int. J. Mol. Sci.* 2024; 25(12): 6545. <https://doi.org/10.3390/ijms2512654>

2. Bleil M.E., Gregorich S.E., Adler N.E., Sternfeld B., Rosen M.P., Cedars M.I. Race/ethnic disparities in reproductive age: an examination of ovarian reserve estimates across four race/ethnic groups of healthy, regularly cycling women. *Fertil. Steril.* 2014; 101(1): 199–207. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2013.09.015>
3. Roman H., Pura I., Tarta O., Mokdad C., Auber M., Bourdel N., et al. Vaporization of ovarian endometrioma using plasma energy: histologic findings of a pilot study. *Fertil. Steril.* 2011; 95(5): 1853–6. e64. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2010.11.038>
4. Zhang C., Li X., Dai Y., Gu Z., Wu Y., Yan H., et al. Risk factors associated with changes in serum anti-Müllerian hormone levels before and after laparoscopic cystectomy for endometrioma. *Front. Endocrinol. (Lausanne)*. 2024; 15: 1359649. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1359649>
5. Ogawa S., Atsuki Y., Shimada K., Motoyama M., Suzuki T., Fujiwara H. Decrease in serum anti-Müllerian hormone level per puncture with laparoscopic ovarian drilling using ultrasonically activated device. *Reprod. Med. Biol.* 2021; 20(4): 460–6. <https://doi.org/10.1002/rmb2.12405>
6. Moreno-Sepulveda J., Romeral C., Niño G., Pérez-Benavente A. The effect of laparoscopic endometrioma surgery on anti-Müllerian hormone: a systematic review of the literature and meta-analysis. *JBRA Assist. Reprod.* 2022; 26(1): 88–104. <https://doi.org/10.5935/1518-0557.20210060>
7. Bhide P., Pundir J., Homborg R., Acharya G. Biomarkers of ovarian reserve in childhood and adolescence: A systematic review. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2019; 98(5): 563–72. <https://doi.org/10.1111/aogs.13574>
8. Bao S., Yin T., Liu S. Ovarian aging: energy metabolism of oocytes. *J. Ovarian Res.* 2024; 17(1): 118. <https://doi.org/10.1186/s13048-024-01427-y>
9. Alviggi C., Humaidan P., Ezcurra D. Hormonal, functional and genetic biomarkers in controlled ovarian stimulation: tools for matching patients and protocols. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 2012; 10: 9. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-10-9>
10. Al Rashid K., Taylor A., Lumsden M.A., Goulding N., Lawlor D.A., Nelson S.M. Association of the functional ovarian reserve with serum metabolomic profiling by nuclear magnetic resonance spectroscopy: a cross-sectional study of ~ 400 women. *BMC Med.* 2020; 18(1): 247. <https://doi.org/10.1186/s12916-020-01700-z>
11. Li N.J., Yao Q.Y., Yuan X.Q., Huang Y., Li Y.F. Anti-Müllerian hormone as a predictor for live birth among women undergoing IVF/ICSI in different age groups: an update of systematic review and meta-analysis. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2023; 308(1): 43–61. <https://doi.org/10.1007/s00404-022-06683-1>
12. Anufrienko K.O., Choporova N.V. Histological structure and age-related changes of the ovary. In: *Global Trends in the Development of Science and Technology: Ways to Improve. Materials of the X International Scientific and Practical Conference. In 3 Parts. Part 1*. Moscow: Press tsentr; 2022: 282–3. <https://elibrary.ru/bqvbln> (in Russian)
13. Ruan X., Cheng J., Du J., Jin F., Gu M., Li Y., et al. Analysis of fertility preservation by ovarian tissue cryopreservation in pediatric children in China. *Front. Endocrinol. (Lausanne)*. 2022; 13: 930786. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.930786>
14. Adamyan L.V., Sibirskaya E.V., Bogdanova E.A., Koltunov I.E., Smal' T.A., Shutkova A.Yu. Diagnosis and clinical features of ovarian benign tumors in girls and young women (analytical review). *Reproduktivnoe zdorovye detey i podrostkov*. 2016; (4): 18–26. <https://elibrary.ru/wlbjmt> (in Russian)
15. Bowen D.K., Van Batavia J.P., Sriniivasan A.K. Single-site laparoscopy and robotic surgery in pediatric urology. *Curr. Urol. Rep.* 2018; 19(6): 42. <https://doi.org/10.1007/s11934-018-0794-z>
16. Gasymova D.M., Rukhlyada N.N. Ovarian reserve after urgent gynecological operations in women with complications of benign ovarian tumors. *Problemy reprodukttsii*. 2017; 23(2): 27–32. <https://doi.org/10.17116/repro201723227-32> <https://elibrary.ru/yootlb> (in Russian)
17. Dubinskaya E.D., Ter-Ovakimyan A.E., Kosachenko A.G. *Operative Gynecology [Operativnaya ginekologiya]*. Moscow; 2018. <https://elibrary.ru/xoqned> (in Russian)
18. Toniyan K.A., Duxin A.O., Boyarincev V.V. Physiological aspects of the rehabilitation of the reproductive function in patients after acute gynecological diseases. *Fiziologiya cheloveka*. 2020; 46(5): 91–9. <https://doi.org/10.1134/S0362119720050138> <https://elibrary.ru/emmwrc> (in Russian)
19. Zorzato P.C., Ferrari F.A., Garzon S., Franchi M., Cianci S., Lanà A.S., et al. Advanced bipolar vessel sealing devices vs conventional bipolar energy in minimally invasive hysterectomy: a systematic review and meta-analysis. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2024; 309(4): 1165–74. <https://doi.org/10.1007/s00404-023-07270-8>
20. Solomatina A.A., Khamzin I.Z., Tyumentseva M.Yu. Influence of modern methods of hemostasis on ovarian reserve during ovarian preservation operations. *Akusherstvo i ginekologiya: novosti, mneniya, obuchenie*. 2018; (4): 45–51. <https://doi.org/10.24411/2303-9698-2018-14005> <https://elibrary.ru/uzlzqo> (in Russian)
21. Harada T., Taniguchi F., Kitajima M., Kitawaki J., Koga K., Momoda M., et al. Clinical practice guidelines for endometriosis in Japan (The 3rd edition). *J. Obstet. Gynaecol. Res.* 2022; 48(12): 2993–3044. <https://doi.org/10.1111/jog.15416>
22. Akopov A.L., Aruldas K.A. Ultrasonic dissection and coagulation by attachment “harmonic focus” in anatomic resection of the lung. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova*. 2014; 173(1): 076–80. <https://elibrary.ru/rvdtzj> (in Russian)
23. Kloosterman R., Wright G.W.J., Salvo-Halloran E.M., Ferko N.C., Mennone J.Z., Clymer J.W., et al. An umbrella review of the surgical performance of Harmonic ultrasonic devices and impact on patient outcomes. *BMC Surg.* 2023; 23(1): 180. <https://doi.org/10.1186/s12893-023-02057-9>
24. Park S.Y., Shin M.H., Hwang Y.M., Choi Y.S., Yi J.W. Comparative analysis between ultrasonic shears versus advanced bipolar device in transoral endoscopic thyroideectomy: a randomized controlled trial. *Gland Surg.* 2023; 12(9): 1191–202. <https://doi.org/10.21037/gs-23-227>
25. Wismayer R. An audit of laparoscopic surgery in a developing country in East Africa at the beginning of a surgeon’s learning curve. *Highlights Med. Med. Res.* 2021; (5): 143–50. <https://doi.org/10.9734/bpi/hmmr/v5/2479E>
26. Baracat C.M.F., Abdalla-Ribeiro H.S.A., Araujo R.S.D.C., Bernando W.M., Ribeiro P.A. The impact on ovarian reserve of different hemostasis methods in laparoscopic cystectomy: a systematic review and meta-analysis. *Rev. Bras. Ginecol. Obstet.* 2019; 41(6): 400–8. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1692697>
27. Pogorelić Z., Katić J., Mrklić I., Jerončić A., Šušnjar T., Jukić M., et al. 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). *J. Surg. Res.* 2017; 212: 101–7. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.01.014>
28. Welch A.J., Torres J.H., Cheong W.F. Laser physics and laser-tissue interaction. *Tex. Heart Inst. J.* 1989; 16(3): 141–9.
29. Stefanovic S., Sütterlin M., Gaiser T., Scharff C., Neumann M., Berger L., et al. Microscopic, macroscopic and thermal impact of argon plasma, diode laser, and electrocoagulation on ovarian tissue. *In Vivo*. 2023; 37(2): 531–8. <https://doi.org/10.21873/invivo.13111>
30. Paik H., Jee B.C. Impact of ablation versus cystectomy for endometrioma on ovarian reserve, recurrence, and pregnancy: an updated meta-analysis. *Reprod. Sci.* 2024; 31(5): 1429. <https://doi.org/10.1007/s43032-024-01528-5>
31. Al Baalharith M.M., Alsary S.A., Bin Mosa M.A., Almarzouq Y.F., Basudan S.K. Understanding the safe application of electrosurgery: A cross sectional study of surgeons in KSA. *J. Taibah Univ. Med. Sci.* 2022; 18(3): 595–9. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2022.11.008>
32. Bhatta N., Isaacson K., Flotte T., Schiff I., Anderson R.R. Injury and adhesion formation following ovarian wedge resection with different thermal surgical modalities. *Lasers Surg. Med.* 1993; 13(3): 344–52. <https://doi.org/10.1002/lsm.1900130311>
33. Di Michele S., Bramante S., Angioni S., Bernassola M., De Vita T., Iaccarino D.A., et al. Superficial peritoneal endometriosis vaporization using a CO₂ Laser: a long-term single-center experience. *J. Clin. Med.* 2024; 13(6): 1722. <https://doi.org/10.3390/jcm13061722>
34. Mansouri G., Safinataj M., Shahesmaeli A., Allahqoli L., Salehinya H., Alkatouti I. Effect of laparoscopic cystectomy on ovarian reserve in patients with ovarian cyst. *Front. Endocrinol. (Lausanne)*. 2022; 13: 964229. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.964229>
35. Candiani M., Ferrari S., Bartiromo L., Schimberni M., Tandoi I., Ottolina J. Fertility outcome after CO₂ laser vaporization versus cystectomy in women with ovarian endometrioma: a comparative study. *J. Minim. Invasive. Gynecol.* 2021; 28(1): 34–41. <https://doi.org/10.1016/j.jmig.2020.07.014>
36. Daniilidis A., Grigoriadis G., Kalaitzopoulos D.R., Angioni S., Kalkan Ü., Crestani A., et al. Surgical management of ovarian endometrioma: impact on ovarian reserve parameters and reproductive outcomes. *J. Clin. Med.* 2023; 12(16): 5324. <https://doi.org/10.3390/jcm12165324>

37. Adamyan L., Kasyan V., Pivazyan L., Isaeva S., Avetisyan J. Laser vaporization compared with other surgical techniques in women with ovarian endometrioma: a systematic review and meta-analysis. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2023; 308(2): 413–25. https://doi.org/10.1007/s00404-022-06799-4
38. Ng C.H.M., Michelmore A.G., Mishra G.D., Montgomery G.W., Rogers P., Abbott J. Establishing the Australian National Endometriosis Clinical and Scientific Trials (NECST) registry: a protocol paper. *Reprod. Fertil.* 2023; 4(2): e230014. https://doi.org/10.1530/RAF-23-0014
39. Molotkov A.S. Endometrioid cysts: a modern surgical treatment strategy. *Vestnik Natsionalnogo mediko-khurgicheskogo tsentra imeni N.I. Pirogova.* 2022; 17(3): 116–22. https://doi.org/10.2581/20728255_2022_17_3_116 https://elibrary.ru/hlgfub (in Russian)
40. Gao X., Jin Y., Zhang G. Systematic review and meta-analysis: impact of various hemostasis methods on ovarian reserve function in laparoscopic cystectomy for ovarian endometriomas. *Altern. Ther. Health Med.* 2023; 41(06): 400–8. https://doi.org/10.1055/s-0039-1692697
41. Xie Q., Xie Y., Shi Y., Quan X., Yang X. Impact of haemostasis methods during ovarian cystectomy on ovarian reserve: a pairwise and network meta-analysis. *J. Obstet. Gynaecol.* 2024; 44(1): 2320294. https://doi.org/10.1080/01443615.2024.2320294
42. Riemma G., De Franciscis P., La Verde M., Ravo M., Fumiento P., Fasulo D.D., et al. Impact of the hemostatic approach after laparoscopic endometrioma excision on ovarian reserve: Systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2023; 162(1): 222–32. https://doi.org/10.1002/ijgo.14621
43. Shandley L.M., Spencer J.B., Kipling L.M., Hussain B., Mertens A.C., Howards P.P. The risk of infertility after surgery for benign ovarian cysts. *J. Womens Health (Larchmt).* 2023; 32(5): 574–82. https://doi.org/10.1089/jwh.2022.0385
44. Chen S., Chen D., Wang L., Xie M. Gauze packing may be a better hemostatic method to protect ovarian reserve during laparoscopic endometrioma cystectomy than conventional hemostatic methods. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2023; 308(3): 927–34. https://doi.org/10.1007/s00404-023-07088-4
45. House M.G., Kim R., Tseng E.E., Kaufman R.P. Jr., Moon M.R., Yopp A., et al. Evaluating the safety and efficacy of a novel polysaccharide hemostatic system during surgery: A multicenter multispecialty prospective randomized controlled trial. *Surg. Open Sci.* 2024; 19: 205–11. https://doi.org/10.1016/j.sopen.2024.04.009
46. Pennington K.P., Dunivan G. Topical hemostatic agents at time of obstetric and gynecologic surgery. *Obstet. Gynecol.* 2020; 136(4): e81–9. https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000004104
47. Velik-Salchner C., Tauber H., Rastner V., Pajk W., Mittermayr M., Wally D., et al. Administration of fibrinogen concentrate combined with prothrombin complex maintains hemostasis in children undergoing congenital heart repair (a long-term propensity score-matched study). *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2021; 65(9): 1178–86. https://doi.org/10.1111/aas.13945
48. Sibirskaya E.V., Adamyan L.V., Yacyk S.P., Geras'kina S.G. Abdominal pains in girls associated with a gynecological pathology: failures of diagnosis and treatment. *Pediatric pharmacology.* 2014; 11(4): 23–8. https://elibrary.ru/snjwtfr (in Russian)

Сведения об авторах:

Сибирская Елена Викторовна, доктор мед. наук, проф. каф. акушерства, гинекологии и репродуктивной медицины «Российский университет медицины», проф. каф. акушерства и гинекологии им. акад. Г.М. Савельевой педиатрического факультета ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; зав. гинекологическим отделением ОСП РДКБ ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, elsibirskaya@yandex.ru; **Шарков Сергей Михайлович**, доктор мед. наук, проф., руководитель городского Центра репродуктивного здоровья детей и подростков ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница» ДЗ г. Москвы; сотр. отд-ния ЛДО УДКГБ ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), sharkdoc@mail.ru; **Гусарова Ольга Игоревна**, студент, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), olga555log@yandex.ru