

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Разрешено Минздравом Республики  
Беларусь для практического использования

Министр здравоохранения

В.А. Остапенко

5 января 2002 г.

Регистрационный № 134-1101

**Применение токов высокой частоты  
в оперативной гинекологии  
и абдоминальной хирургии**  
(инструкция по применению)

**Учреждения-разработчики:** Белорусская медицинская академия последипломного образования,  
Белорусский государственный медицинский университет

**Авторы:** канд. мед. наук М.Р. Сафина, д-р мед. наук Г.Г. Кондратенко, д-р мед. наук И.В. Федоров,  
А.В. Правдин

**[Перейти к оглавлению](#)**

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>Основные физические понятия в электрохирургии .....</b>	<b>4</b>
<b>Биологические эффекты ВЧЭЭ. Режимы работы в электрохирургии.....</b>	<b>6</b>
<b>Аргоноусиленная электрохирургия .....</b>	<b>10</b>
<b>Побочные эффекты вчээ при лапароскопии.....</b>	<b>11</b>
<b>Нарушение изоляции электрода .....</b>	<b>11</b>
<b>Емкостный пробой электроэнергии .....</b>	<b>13</b>
<b>Прямой пробой электроэнергии.....</b>	<b>14</b>
<b>Возможные осложнения и их предупреждение .....</b>	<b>15</b>
<b>Послеоперационная ожоговая реакция организма на электрохирургию.....</b>	<b>17</b>
<b>Болевой синдром после лапароскопии.....</b>	<b>19</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время подавляющее большинство хирургов и гинекологов в ходе операций применяют электрохирургию. При этом чаще всего они опираются на свой собственный опыт, так как при обучении врачи получают недостаточно знаний по электрохирургии. В определенной мере это связано с отсутствием необходимой специальной литературы, недостаточной освещенностью в публикациях вопросов влияния высокочастотной электроэнергии на ткани человека, некоторыми обстоятельствами организационного плана. Преимущества интраоперационного использования электрокоагуляции неоспоримы. Однако при ее применении возникают опасные ситуации, с которыми должен быть знаком каждый, кто выполняет операции с использованием электрохирургической аппаратуры.

Впервые сообщение о применении коагуляции маточных труб сделал Дж. Кокс в 1887 г. С этой же целью высокочастотную электрическую энергию (ВЧЭЭ) стали использовать при лапароскопии в 60-х гг. XX в. К. Земм предложил заменить монополярную коагуляцию более безопасной термокоагуляцией. Однако расширение объемов оперативных вмешательств сохранило приоритет монополярной эндохирургии.

Текущее десятилетие характеризуется широким внедрением в клиническую практику малоинвазивной лапароскопической хирургии. Количество оперативных вмешательств, выполняемых видеоэндохирургическим методом, стремительно растет. Эта передовая технология сегодня используется во всех разделах хирургии, лидирующее место она занимает при лечении абдоминальной патологии и гинекологических заболеваний. Малая травматичность и низкая частота осложнений — несомненные достоинства эндоскопической хирургии, однако она просто немыслима без использования ВЧЭЭ.

Определенное число хирургических неудач и осложнений связано именно с коагуляционными повреждениями, которые являются специфичными при использовании электрической энергии в ходе операции. Знание механизмов воздействия ВЧЭЭ на биологические ткани дает возможность понять природу подобных осложнений. Это в свою очередь позволит врачам осуществлять профилактику коагуляционных повреждений и тем самым улучшить результаты лечения больных как в традиционной, так и в эндоскопической хирургии.

Данная инструкция учитывает последние сведения специальной литературы и основывается на опыте более 7 тыс. лапароскопических операций при лечении гинекологических и хирургических больных. Освещаются вопросы применения электрической энергии в хирургии, оперативной гинекологии, а также возможные ошибки, осложнения и пути их предупреждения.

## **ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ В ЭЛЕКТРОХИРУРГИИ**

В основе электрохирургии лежит преобразование в тканях электрической энергии в тепловую. Электроэнергия вызывает термическое воздействие на ткани, которое может быть использовано как для резания, так и для коагуляции. При коагуляции тканей и кровеносных сосудов достигается гемостатический эффект. В зоне применения высокой температуры обеспечиваются условия асептики и аластии.

Под высокочастотной хирургией понимают использование высокочастотной энергии (свыше 300 кГц). Эффект ВЧЭЭ обусловлен взаимодействием электрических зарядов, проходящих через ткани, и тканевого сопротивления, в результате чего выделяется тепловая энергия. Сила, посылающая электроны через ткани, определяется как напряжение ( $V$ ) и измеряется в вольтах. Сила тока ( $I$ ) отражает количество электрических зарядов, посылаемых через ткани, и измеряется в амперах. Электроны, действуя на ткани, встречают различное сопротивление ( $R$ ), что сдерживает движение потока зарядов и приводит к выделению тепла. Соотношение напряжения, силы тока и сопротивления алгебраически отражено в законе Ома:  $V=IR$ .

## *Применение токов высокой частоты в оперативной гинекологии и абдоминальной хирургии*

Прибор, работа которого создает силу, движущую электрические заряды через ткани, называется электрохирургическим генератором (ЭХГ). Его назначение — выработка тока необходимой формы и частоты. Частота измеряется в герцах (Гц): 1 Гц составляет одно изменение направления тока в одну секунду. В бытовой электросети используется электроток, направления которого меняются с частотой 50 колебаний в секунду. Этот низкочастотный ток способен вызывать судорожные сокращения мышц и даже электрошок, поэтому он не используется в хирургии. Переменные токи с высокой частотой (от 500 кГц до 3 мГц) не влияют на эндогенные электрические потенциалы человеческого организма. Именно высокочастотные токи этого диапазона, вырабатываемые генераторами, применяются в электрохирургии. Высокочастотный электрический ток при движении через ткани в зависимости от сопротивления тканей приводит к эффективному образованию тепла и развитию желаемых тепловых эффектов (коагуляции) без нейромышечной стимуляции.

Шкала электрических генераторов отражает не напряжение или силу тока, а мощность тока. Мощность имеет прямую зависимость от силы тока и напряжения ( $N=IV$ ) и измеряется в ваттах. Применительно к электрохирургии мощность отражает силу, которая рассеивается сопротивлением на электроде в замкнутой цепи, а биологические эффекты определяются количеством тепловой энергии, которая освобождается в тканях.

Одна и та же мощность при изменяемых режимах работы (резание, коагуляция, сочетание) может означать различное напряжение замкнутой цепи на конце электрода и создать различную высоковольтную дугу. Высоковольтное дугообразование может оказаться разрушительным и очень опасным, особенно в эндохирургии. В связи с этим в 1980 г. Международное бюро приборов приняло стандарты, в которых выходное напряжение лапароскопического оборудования ограничивается 1200 В, а мощность — 100 Вт. Каждый генератор имеет собственные характеристики и правила подключения, которые должны выполняться в соответствии с прилагаемой к аппарату инструкцией. До начала работы с электрогенераторами врач обязан изучить инструкцию к прибору.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ВЧЭЭ. РЕЖИМЫ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОХИРУРГИИ

Электрохирургия использует *тканевые эффекты*, которые развиваются в результате преобразования электрической энергии в тепловую. В зависимости от температуры могут быть достигнуты различные тканевые эффекты. При температуре до  $45^{\circ}\text{C}$  повреждающего действия на ткани с нормальным кровообращением не наблюдается. При  $45\text{--}70^{\circ}\text{C}$  степень повреждения ткани зависит от длительности воздействия. При  $70\text{--}100^{\circ}\text{C}$  происходит денатурация коллагена и гибель клетки с образованием струпа, при температуре свыше  $100^{\circ}\text{C}$  — испарение внутриклеточной жидкости, при  $200^{\circ}\text{C}$  и выше клетки распадаются до неорганических соединений.

Существуют два основных электрохирургических режима: резание и коагуляция. Соответственно электрогенератор имеет два блока: 1) резание (CUT), мощность тока  $70\text{--}160$  Вт; 2) коагуляция (COAG), мощность тока  $20\text{--}100$  Вт.

Для работы в режиме *резания* применяют немодулированный (непрерывная форма волны) переменный ток. Резание основано на электроискровом разряде и приводит к образованию значительного количества внутриклеточной теплоты, что вызывает переход жидкости в газ, происходит разрыв клеточных мембран (выпаривание клетки) и рассечение тканей. Освобожденные газы из разрушенных клеток рассеивают теплоту, что предупреждает ее передачу в более глубокие слои. Эффект электрохирургического резания оптимален, когда кончик электрода находится в непосредственной близости от тканей, но не касается их. Эффект резания ослабевает, если электрод находится слишком далеко или соприкасается с тканями.

Для усиления эффекта резания электрод следует активизировать (включить) непосредственно перед касанием тканей.

При быстром движении электрода коагуляции практически не происходит, разрез соответствует произведенному обычным скальпелем. Медленное ведение электрода приводит к эффекту высушивания (коагуляции).

Рассечение тканей более эффективно, если электрод имеет тонкий острый край, что обеспечивает концентрацию тока и высокую плотность энергии (наибольшую плотность создает игольчатый электрод).

Плотность тока ( $j$ ) — это сила  $I$ , проходящая через площадь ткани  $S$ :

$$j = I/S$$

Таким образом, увеличения плотности тока можно добиться с помощью увеличения мощности или уменьшения площади ткани, на которую воздействует электрод. При разрезании больших ножек ткани необходимо сначала высушить ткань, а затем рассекать. При этом можно использовать боковую грань электрода, а активировать инструмент только после установления контакта с тканью. Чем шире инструмент, тем меньше его режущий эффект и больше коагуляционный.

Смешанный ток — это пульсовый ток с амплитудной модуляцией. Он обеспечивает рассечение тканей с одновременным гемостазом. При его использовании для одновременного осуществления обеих этих задач следует пользоваться более низкой мощностью и производить медленные движения электродом.

Для работы в режиме *коагуляции* используют модулированный переменный ток, при котором создается значительно более высокое напряжение с обязательной последующей паузой. Происходит циклическое электровоздействие, при котором генератор включается только в течение 6% времени, оставшееся время прибор не производит энергию. Первоначально короткое воздействие энергии высокого напряжения приводит к дегидратации клеток, во время паузы развивается их сжатие и высушивание. Сухие клетки обладают возросшим сопротивлением к электрическому току, поэтому во время следующего включения энергии происходит большее местное выделение теплоты с дальнейшим его рассеиванием и высушиванием тканей. Прогрессирующая дегидратация глубоких слоев тканей ведет к коагуляции и гемостазу. По мере высушивания ткани ее сопротивление возрастает до тех пор, пока поток практически не прекратится. Эффект высушивания выше при использовании электрода с большой поверхностью, типа шарового, которым достигается разрушение относительно большой площади ткани, что, например, применяется при абляции эндометрия.

При использовании слишком большой мощности тока происходит интенсивная коагуляция ткани и приклеивание к ней электрода.

Коагуляция может осуществляться несколькими способами:

1. Медленная контактная коагуляция.
2. Коаптивная коагуляция после наложения на кровеносные сосуды зажимов.
3. Спрей-коагуляция (фульгурация), которая возникает за счет искрения при бесконтактном способе воздействия и обеспечивает поверхностный некроз при капиллярном мокнутии поверхностей. Она образует дугу радиусом около 2 мм.

*Фульгурация* (искрение) — интенсивное кратковременное воздействие на ткани сильным электрическим разрядом или пучком искр за счет образования дуги между тканью и электродом. Ранее она считалась одной из причин перфорации кишечника. Однако при процессе фульгурации не происходит задержания дуги на одной определенной точке. В этой ситуации даже в худшем случае может возникнуть только поверхностный ожог стенки кишечника. Но при этом одни участки подвергаются чрезмерной коагуляции, а другие — недостаточной, за счет чего может возникнуть аррозивное кровотечение.

Современные электрические генераторы производят ток, который может быть использован в моно- и биполярном режимах. Для этого приборы имеют отдельные блоки, которые на панели электрогенератора имеют выходы.

При *монополярной* коагуляции активный электрод малого размера (рабочий инструмент) обеспечивает образование высокой плотности тока и коагуляцию вблизи активного электрода. При монополярной коагуляции все тело пациента представляет собой проводник, по которому проходит электрический ток от электрода хирурга («активный») к электроду пациента («пассивный»). Электроды хирурга и пациента отличаются между собой по размеру и площади соприкосновения. Электрод пациента имеет большие размеры, он представляет собой электропроводную пластину для соединения электрического прибора с участком тела пациента. Для предотвращения нагревания тканей в месте прилегания пластины необходима большая площадь соприкосновения и хороший контакт на границе кожа/пластина. Следует выполнять указания инструкции к каждому аппарату по необходимости или отказу от применения влажных прокладок на электрод. Невыполнение этих условий может привести к ожогам кожи пациента. Ожог области «пассивного» электрода всегда происходит по вине медицинского персонала.

В последние годы для обеспечения хорошего контакта чаще используют электропроводящий гель или липкие REM-электроды, автоматически контролирующие качество контактов.

## Применение токов высокой частоты в оперативной гинекологии и абдоминальной хирургии

В месте расположения электрода должно быть хорошее кровоснабжение тканей. «Пассивные» электроды не располагают в области суставов, поверхностно расположенных костей, а также на участках кожи с грубыми рубцами. При операциях на брюшной полости электрод располагают под ягодицами или на бедре, он должен быть надежно фиксирован и плотно прилегать к коже всей поверхностью. Смещение этого электрода при перемене положения тела опасно. Заблаговременно необходимо выяснить, нет ли в теле больного металлических предметов (осколков, штифтов, скобок, кардиостимулятора и др.), способных стать опасной точкой концентрации электрической энергии, создающей риск ожога тканей. Правильность выбора местоположения электрода и гарантию его надежного контакта с телом пациента должен проконтролировать оперирующий хирург.

Контакт тела пациента с металлическим операционным столом недопустим. Для изоляции используется толстые прокладки (резиновые) из электроизоляционного материала, они должны как минимум на 15 см перекрывать по периметру изолируемую поверхность.

До появления больного в операционной оперирующий хирург должен проконтролировать состояние электрогенератора, готовность его сигнальных и блокирующих систем, установить необходимую мощность на панели прибора, проверить целостность электродов и кабелей. Следует помнить, что любая токопроводящая поверхность, касающаяся пациента и ведущая к заземлению (ЭКГ-электроды, металлические дуги на операционном столе и др.) может замкнуть цепь на «землю» и увеличить опасность ожога.

При *биполярном* режиме электрогенератор соединен с двумя активными электродами, смонтированными в одном инструменте. Ток проходит лишь через небольшую порцию ткани, зажатую между браншами биполярного инструмента. Биполярная электрохирургия безопаснее, так как воздействует на ткани локально, не повреждая окружающую ткань. Выход мощности биполярного инструмента в три раза ниже монополярного. Биполярная коагуляция происходит за более длительный промежуток времени, чем при монополярном воздействии. Спектр применения биполярных инструментов меньше.

## **Аргоноусиленная электрохирургия**

Аргоноусиленная коагуляция является бесконтактным способом коагуляции, при ней используется дополнительная подача к тканям инертного газа аргона через источник тока. При этом осуществляется направленное воздействие монополярного тока через поток ионизированного аргона. Преимущества этого вида воздействия:

1. Работа осуществляется без образования дыма.
2. Непрерывная подача газа позволяет снизить температуру оперируемой ткани и избежать глубоких термических повреждений.
3. Отсутствие выраженного некроза (глубина проникновения в два раза меньше, чем при традиционной монополярной коагуляции) с созданием прочного струпа толщиной около 1–2 мм.
4. Снижение содержания кислорода при использовании аргона препятствует карбонизации (обугливанию) тканей.
5. Удаление (сдувание) крови струей аргона обеспечивает прицельную и эффективную коагуляцию.
6. Большая безопасность (аргон не подвержен горению, химическим реакциям, не окисляет электрод, не всасывается тканями).
7. Формирование более надежного струпа с меньшим риском отторжения и повторного кровотечения, так как образуется коническая струя, чем обеспечивается контролируемое и направленное воздействие искрового разряда.
8. Исключает микробную контаминацию и прилипание тканей к электроду.
9. Разрезание в струе аргона позволяет ускорить скорость разреза и одновременно обеспечить гемостатический эффект.

При использовании аргонной коагуляции нельзя допускать попадание струи газа в крупные сосуды из-за опасности газовой эмболии.

Главным преимуществом аргоноусиленной коагуляции по сравнению с традиционной считается достижение адекватного гемостаза на обширных кровоточащих поверхностях.

## **ПОБОЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ ВЧЭЭ ПРИ ЛАПАРОСКОПИИ**

Риск термических осложнений выше при эндохирургии, чем в открытой хирургии.

Потенциальные электротермические осложнения, обусловленные воздействием ВЧЭЭ, развиваются в двух зонах: в зоне эндоскопического обзора и вне зоны эндоскопического обзора.

Осложнения, развивающиеся в зоне лапароскопического обзора, в большинстве случаев относятся к дефектам хирургической техники. Они могут развиваться при использовании как моно-, так и биполярных инструментов при неправильной оценке анатомо-топографических взаимоотношений органов и работе близко к стенке кишки под визуальным контролем (например, при адгезиолизисе).

Электрохирургические повреждения, возникающие за пределами эндоскопического обзора, могут развиваться вследствие следующих механизмов:

- нарушение изоляции электрода;
- емкостной пробой электроэнергии;
- прямой пробой электроэнергии.

Эти электротермические повреждения возникают при использовании монополярного режима работы.

### **Нарушение изоляции электрода**

Электрохирургическое воздействие на оперируемые ткани допустимо только при надежной изоляции, покрывающей активный электрод. Многократное проведение электродов через клапан троакара, действие высокой температуры может привести к возникновению дефектов изоляции. Мелкие повреждения не всегда видны глазом и представляют большую опасность при работе с электрохирургическими инструментами. Дефекты изоляции могут привести к неконтролируемому высвобождению ВЧЭЭ на прилежащие органы и ткани. В зависимости от зоны расположения дефекта электрода возникают различного рода осложнения, описанные В. Дмитриевым и И. Федоровым.

## *Применение токов высокой частоты в оперативной гинекологии и абдоминальной хирургии*

Чаще всего повреждения изоляции возникают в дистальной части электрода (зона 1). Это связано с многократным использованием и температурным воздействием на изолирующий материал рабочей части электрода. Нарушения изоляции чаще появляются на одноразовых инструментах в случаях их повторного использования, так как их изоляция менее надежна, чем на инструментах многократного применения. Хотя ткани в зоне 1 находятся в пределах видимости, нарушения изоляции могут привести к потере эффективности коагуляции на рабочей части электрода с высвобождением энергии через дефект к тканям, находящимся проксимальнее активной части электрода, и повреждениям окружающих структур, например, кишечника.

Электрод в зоне 2 находится вне троакара, но не контролируется полностью при эндоскопическом обзоре. Повреждения изоляции в этой части представляют наибольшую опасность. Хотя изолирующий материал в зонах 2–3–4 не подвержен температурному воздействию, повреждения изоляции могут быть в результате очистки, обработки и стерилизации инструмента. Через поврежденную изоляцию этой части электрода может пройти 100% разряд ВЧЭЭ на прилегающий к дефекту орган с непредсказуемыми последствиями. Рекомендуется при возможности проводить коагуляцию при панорамном обзоре операционного поля, включая зону 2.

Повреждения изоляции в зоне 3 (просвете троакара) не приводят к осложнениям при использовании неметаллических троакаров. При применении металлических троакаров происходит разряд между металлом троакара и металлом электрода, демодуляция частоты, в результате чего вырабатывается низкочастотный ток.

Дефекты изоляции в области ручки электрода (зона 4) возникают в результате неправильного технического использования инструмента и вызывают повреждение (ожог) кисти хирурга.

Появление помех на видеомониторе во время вмешательства может быть признаком появления дефектов изоляции, в этих случаях требуется замена электрода.

## **Емкостный пробой электроэнергии**

Емкостный пробой электроэнергии — эффект, при котором электрическая энергия передается через неповрежденную изоляцию в расположенные рядом с электродом проводящие материалы. Этот эффект в определенной степени может возникнуть при использовании каждого монополярного инструмента. Однако клинические проявления его зависят от общего количества энергии, которое проводится емкостью, и ее плотностью при прохождении «шального» потока к пассивному электроду.

В физическом понимании емкостью являются два изолированных проводника, находящиеся в непосредственной близости, которые становятся конденсатором и могут индуцировать ток от одного к другому. Индуцированный поток к троакару возрастает с увеличением длины троакара и электрода, увеличением диаметра электрода, зависит от расстояния между проводниками (чем меньше разница диаметров троакара и электрода, тем сильнее эффект), характера волны (коагулирующая волна усиливает эффект) и частоты генератора (чем выше, тем больше риск).

Возникновение феномена емкостного пробоя при использовании цельнометаллических троакаров не приводит к развитию электротермических повреждений внутренних органов даже при большой мощности, так как энергия рассеивается в пределах брюшной стенки, вызывая лишь незначительное ее высушивание в зоне введения троакара.

Риск появляется при использовании пластмассового фиксатора, удерживающего троакар в брюшной стенке, или если инструмент вводят через сложную систему каналов. При этом брюшная стенка изолирована и вся энергия «шального» пробоя может освободиться на внутренние органы, например кишечник, особенно при малой площади контакта.

Работа с электродом, покрытым кровью, жидкостью или наличием фрагментов ткани может привести к ситуации, когда включаются оба вышеизложенных механизма. Энергия емкостного пробоя при работе с неочищенными инструментами может вызвать достаточно теплоты для повреждения изоляции и вследствие этого повреждения тканей. Диагностика этих осложнений во время операции практически невозможна, так как эффект емкостного пробоя реализуется вне пределов эндоскопического обзора.

### **Прямой пробой электроэнергии**

Под прямым пробоем понимают ситуацию, когда активный электрод касается других металлических инструментов в пределах брюшной полости, например, лапароскопа. При этом происходит передача энергии с электрода через лапароскоп к внутренним органам вне зоны эндоскопического обзора.

Хирург должен избегать контакта включенного электрода с металлическими инструментами, однако при работе на небольшом расстоянии от конца лапароскопа случайный контакт может произойти. Прямой пробой электроэнергии также не будет реализован клинически, если используются цельнометаллические троакары. Применение пластмассовых троакаров менее безопасно, даже при мощности 15 Вт.

Развитие феномена емкостного и прямого пробоя чаще происходит в ситуациях, когда активный электрод зависает, то есть активация инструмента осуществляется при отсутствии контакта его рабочей части с оперируемыми тканями.

## ВОЗМОЖНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ И ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Проблемы практического использования электрохирургии часто решаются эмпирически. Знания об электрохирургии сводятся зачастую к использованию режима резания для рассечения тканей, а режима коагуляция — для остановки кровотечения из мелких сосудов. Типичным является мнение, что для улучшения диссекции или коагуляции необходимо увеличение мощности.

Однако различные ткани имеют разное сопротивление. Количество тепла, генерируемое в ткани (Q), определяется квадратом силы тока (I), протекающего через ткани, и ее сопротивлением (R):

$$Q = I^2R$$

Сопротивление тканей зависит от содержания в них воды. Чем больше сопротивление ткани, тем выше выделяемое тепло и его повреждающее действие. Если коагулируемая ткань изолирована от основного массива тканей и через нее пропускают электрический ток, то эта изолированная ткань становится преимущественным путем прохождения тока до тех пор, пока она способна проводить электричество. На практике риск представляет коагуляция единичной шнуровидной спайки, ведущей к кишке. Повышение сопротивления после коагуляции приводит к сбросу всего потока энергии через некоагулированный участок спайки на кишку (повреждение, обусловленное обратным потоком), при этом возможна ожоговая травма последней. То же самое может произойти при коагуляции маточной трубы при двух последовательных ее прижиганиях. Поэтому первой следует коагулировать дистальную часть трубы, затем ближайший к матке участок. Наиболее безопасно в этих случаях проводить коагуляцию биполярным электродом.

Заданная мощность ЭХГ не всегда отражает количество энергии, передаваемой к тканям. Для рассечения тканей рекомендуется мощность 40–60 Вт. Маловаскуляризованные ткани, например, жир, обладают высоким тканевым сопротивлением, для их рассечения необходима достаточно высокая мощность. Для рассечения тканей с хорошим кровоснабжением (мышцы, паренхима) достаточно минимальной мощности.

Работа в режиме высокой мощности может привести к глубокому некрозу рассекаемых тканей. Нежелательна длительная активация электрода, потому движения хирурга должны быть короткими, как бы штриховыми.

Натяжение, приподнимание тканей обеспечивает достаточную плотность тока при низкой мощности и эффективную диссекцию.

При работе в режиме коагуляции бывает достаточной мощность 40 Вт. При этом надо помнить, что глубина воздействия на ткани при этом возрастает. Для остановки капиллярного кровотечения применяют электрод с широкой рабочей поверхностью (шарообразный) или используют боковую плоскость инструмента. Для остановки кровотечения из относительно крупного сосуда необходимо предварительно захватить его диссектором. В результате сдавления ткань становится менее васкуляризированной, тканевое сопротивление возрастает, и применение монополярного воздействия приводит к спаиванию коллагена сосуда.

При всех электрохирургических работах необходимо стремиться к манипуляциям в сухом операционном поле. Скопление значительного количества крови приводит к нарушению или даже полному прекращению проводимости. При лапароскопии необходимо осуществлять промывание и аспирацию в зоне кровотечения и прицельную коагуляцию. В открытой хирургии лучший контроль и прицельную коагуляцию обеспечивает аргоноусиленная коагуляция.

Все виды побочных эффектов ВЧЭЭ могут привести к повреждению внутренних органов, самым грозным из которых является ожог стенки кишечника. Истинная частота электротермических осложнений неизвестна.

Большая вероятность развития электротермических осложнений связана с работой в условиях недостаточного пневмоперитонеума и отсутствии адекватной мышечной релаксации.

Практические советы использования монополярной электрохирургии:

1. До начала операции изоляция всех инструментов и активного электрода должна быть осмотрена самым тщательным образом. Обнаружение малейшего дефекта требует замены инструмента.
2. В операционной должна постоянно работать медсестра, выполняющая команды по изменению режима работы электрогенератора и другой аппаратуры.
3. Мощность электрогенератора должна быть установлена на минимальных цифрах, обеспечивающих резание и коагуляцию.
4. При работе первоначально устанавливается контакт инструмента с тканью, а затем включается ток. После исчезновения контакта ток должен быть немедленно отключен.
5. Открытый электрический контур (активация электрода до соприкосновения с тканью) допустим только в двух случаях: начало разреза и фульгурация.

6. При лапароскопии проводить строгий контроль для избежания соприкосновения неизолированной части работающего электрохирургического инструмента с троакаром и другими металлическими инструментами, находящимися в брюшной полости. При возможности коагуляцию проводить после панорамного контроля операционного поля.

7. Не следует использовать комбинированные (пластмассовые/металлические) фиксаторы и троакары.

8. Необходимо крайне осторожно использовать ВЧЭЭ в зонах расположения жизненно важных структур и крупных сосудов. Ткань, подлежащая коагуляции, захватывается инструментом, отводится от других органов и лишь затем активируется активный электрод.

9. Не рекомендуется работа ВЧЭЭ рядом с наложенными металлическими клипсами.

10. Все члены операционной бригады, в том числе операционная сестра, должны быть хорошо знакомы с правилами применения ВЧЭЭ.

## **ПОСЛЕОПЕРАЦИОННАЯ ОЖГОВАЯ РЕАКЦИЯ ОРГАНИЗМА НА ЭЛЕКТРОХИРУРГИЮ**

Ожоговая реакция организма на применение ВЧЭЭ зависит от площади и глубины воздействия. Клиническая реакция на ожоговую травму отличается от симптоматики ожоговой болезни в связи с тем, что воздействию подвергаются внутренние органы и в ходе лапароскопии применяется промывание брюшной полости растворами.

У больных практически отсутствуют симптомы вагусной фазы, обусловленные страхом и болью. Особенностью висцеральных органов является низкая болевая реакция на уколы, разрез и ожоги.

Стадия отека (первые 8 ч после ожога и наиболее выражена на 2–3-и сутки). Симптомы обусловлены выходом плазмы из сосудов в обожженные ткани вследствие местной повышенной проницаемости сосудов. Потеря жидкости продолжается не менее 48 ч. Иногда происходит значительная экссудация в брюшную полость (до 3 л), при которой обращает на себя внимание высокое содержание в экссудате белка.

## *Применение токов высокой частоты в оперативной гинекологии и абдоминальной хирургии*

В зависимости от объема обусловленной этим гиповолемии могут наблюдаться:

- гемоконцентрация с повышением гемоглобина и гематокрита;
- метаболический ацидоз, возможно с последующим ограничением компенсаторных возможностей почек;
- гиперкалиемия (особенно в 1-е сутки) вследствие разрушения клеток и повышенного катаболизма;
- гипонатриемия (перемещение с экссудатом в брюшную полость);
- гипопроteinемия (потери с плазмой).

Стадия абсорбционной интоксикации (с 3 по 8-е сутки). Происходит реабсорбция экссудата из мест ожога, а также через брюшину из брюшной полости. Абактериальная токсемия обусловлена активацией лизосомальных протеаз и образованием пирогенных веществ. При этом может наблюдаться повышение температуры при относительно хорошем самочувствии.

Все описанные изменения зависят от степени ожоговой травмы и обычно не приводят к послеоперационным осложнениям. Однако необходимо помнить об опасности инфицирования в этот период. Больным с факторами риска инфицирования целесообразно проводить периоперативную антибиотикопрофилактику.

При широком использовании электрохирургии больным в послеоперационном периоде надо контролировать гемоглобин, гематокрит, общий белок, альбумин, баланс жидкости, электролиты, КОС, остаточный азот, креатинин, коагулограмму.

## **БОЛЕВОЙ СИНДРОМ ПОСЛЕ ЛАПАРОСКОПИИ**

Лапароскопия с использованием высокочастотных энергий является малотравматичной операцией, что связано, во-первых, с особенностями реакции висцеральных органов на ожог; во-вторых, с сохранением нормальной топографии сохраненных органов, смежных с удаленным; в-третьих, с отсутствием или минимальным спайкообразованием в зоне операции.

Особенностями внутренних органов является их специфическая реакция на различные раздражители: они относительно мало чувствительны к уколу, разрезам или ожогу. Стимулами, вызывающими послеоперационную боль, являются растяжение органа или его части (в том числе связочного аппарата), его скручивание или ишемия.

Использование коагуляции без лигирования и стягивания остающихся тканей и связок предопределяет минимальную болевую импульсацию в зоне операции. Как правило, для обезболивания в послеоперационном периоде лапароскопических больных не требуется назначение наркотических анальгетиков.

Послеоперационные боли могут быть связаны с развитием ограниченной параметральной гематомы или выраженной воспалительной реакцией за счет присоединения инфекции и выработки аллогенных субстанций (брадикинина, простагландинов, ИЛ-1 и др.)

В 1–2-е сутки послеоперационного периода после лапароскопии характерно развитие не висцеральной, а иррадирующей боли, то есть возникающей на отдаленных от места повреждения участках. Типичным проявлением его является френикус-синдром, который развивается за счет механической стимуляции центральных участков диафрагмы не полностью удаленным из брюшной полости газом. Наряду с этим, отмечается чувство распирания в эпигастрии.

Крайне опасный симптом — появление острой боли, даже кратковременной. Эта боль может быть следствием следующих осложнений: 1) внутреннего кровотечения; 2) перфорации кишечника или другого полого органа после ожоговой травмы.

Клинические проявления электротермических осложнений кишечника разнообразны и зависят от глубины поражения. Многие исследователи считают, что необъяснимая послеоперационная гипертермия и/или парез кишечника являются следствием неполного повреждения стенки кишки при электрохирургических манипуляциях. Имелись случаи глубокого некроза кишки после ожога с последующей перфорацией и развитием перитонита.

*Применение токов высокой частоты в оперативной гинекологии и абдоминальной хирургии*

Появление болей после лапароскопии требует исключения данных осложнений всеми доступными способами, включая релапароскопию. Выжидательная тактика в этих случаях не оправдана.