

*М. Д. Ажгирей, Т. В. Бурлакова*  
**ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ЭЛЕКТРОХИРУРГИЯ ПРИ ОПЕРАТИВНЫХ  
ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ  
В ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ**

*Научные руководители: канд. физ.-мат. наук, доц. М. В. Гольцев,  
канд. мед. наук, доц. Т. Б. Людчик*

*Кафедра медицинской и биологической физики,  
Кафедра челюстно-лицевой хирургии,*

*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

**Резюме.** Изучены особенности применения высокочастотной электрохирургии в челюстно-лицевой области, установлен оптимальный режим работы электрохирургического генератора на мягких тканях.

**Ключевые слова:** высокочастотная электрохирургия, ФОТЭК Е 352, моно- и биполярный режимы коагуляции, термомпара хромель-копель.

**Resume.** The peculiarities of using the high-pitched electrosurgery at maxillo- facial area was learned, the optimal mode of electrosurgical generator for working on soft tissues was determined.

**Keywords:** High-pitched electrosurgery, FOTEK E 352, uni- and bipolar coagulation mode, chromel-copel thermocouple.

**Актуальность.** Широкое использование методик высокочастотной (ВЧ) электрохирургии связано с необходимостью контролировать гемостаз при хирургических вмешательствах. Известно 2 основных вида электрохирургии: электротомия и электрокоагуляция.

Условиями для электротомии являются: быстрый нагрев до температуры, превышающей 100°C; длительные пики напряжения более 200 В, чтобы создать необходимую плотность тока; безупречная чистота поверхности рабочего электрода (наличие нагара ведет к снижению скорости нагрева). Достижение “идеальной” электротомии удаётся при условии продвижения электрода без механического давления на ткань. Механическое давление, оказываемое при резании на электрод, вызывает поломку тонкого электрода или образование излишнего струпа; ускорения рассечения ткани при этом не происходит [1,3].

При электрокоагуляции необходимый нагрев ткани - от 70°C до 100°C, мощность меньшая относительно диссекции, клетка отдалена от электрода, пики напряжения длительные, менее 200В. При этом вода испаряется из клетки без разрушения мембраны, клетка высушивается и сморщивается, белки денатурируют, что сопровождается образованием тромбов и гемостазом.

По типу реализуемой электрической цепи существует 2 метода воздействия на ткань: моно- (электрическая цепь замыкается через электрод пациента) и биполярный (источник тока соединен с двумя электродами, смонтированными в одном инструменте).

Современные электрохирургические генераторы работают в диапазоне частот

от 200 кГц до 3,3 МГц. Нижняя граница этого интервала обусловлена существованием нейромышечного эффекта воздействия тока, а верхняя граница является более свободной и определяется техническими соображениями. При очень высоких частотах становится трудным контролировать направление течения тока из-за появления ёмкостных пробоев и радиальной потери энергии, что может привести к ожогам тканей и поражению электрическим током [2].

Также большинство генераторов создаёт модулированные формы волн, находящихся в промежуточном положении между резанием и коагуляцией. Их называют “смешанными токами”. Это подразумевает, что часть клеток подвергается резанию, а часть коагулируется. По мере увеличения модуляции волны и возрастания напряжения тканевой эффект меняется в сторону усиления коагуляции и уменьшения резания.

Одной из главных особенностей применения электрохирургии является то, что ток идет по пути наименьшего сопротивления, где предпочтительное направление определяется сосудами и протоковыми структурами [1,3]. В связи с этим возможно появление локальных термотравм, перепадов температуры тканей, дистрофии и некроза клеток – явлений, критичных для нормального функционирования окружающих биоструктур в пределах операционного поля при несоблюдении правил электрохирургического воздействия.

Особенности челюстно-лицевой области (ЧЛО) влияют на выбор как методики электрохирургии, так и режима работы необходимых аппаратов.

**Цель:** доказать возможность увеличения температуры тканей, окружающих зону коагуляции.

**Задачи:** установить режим работы электрохирургического генератора ФОТЭК Е 352 (оптимальную мощность, время воздействия) при хирургических вмешательствах на мягких тканях ЧЛО при моно- и биполярной коагуляции; объективно зафиксировать изменения температуры тканей.

**Материал и методы.** Электрохирургический аппарат ФОТЭК Е 352; термопара хромель-копель, градуировочная таблица ТХК и формула для ЭДС термопары; мультиметр М4583/2Ц (фирма ELPRIB); экспериментальный материал (10 морских свинок), разделенный на 2 группы (применялись моно- и биполярный режимы соответственно); клинический материал (14 пациентов, оперированных по поводу доброкачественных опухолей околоушной железы).



Рисунок 1 – ФОТЭК Е 352



Рисунок 2 – Термопара хромель-копель

**Результаты и их обсуждение.** Применение высокочастотной электрохирургии при оперативных вмешательствах в тканях челюстно-лицевой области изучалось в рамках эксперимента на морских свинках. Изучаемой областью была избрана околоушно-жевательная, т.к. она характеризуется обильным кровоснабжением, в ней располагаются такие мягкие ткани, как подкожно-жировая клетчатка, мышечная ткань, фасции, железистая ткань слюнной железы, проходят ветви лицевого нерва.

Используемая термопара хромель-копель имеет следующие особенности: диапазон температур – от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+200^{\circ}\text{C}$ ; время стабильной работы – несколько десятков тысяч часов; высокая дифференциальная чувствительность.

Проводилась коагуляция в моно- и биполярном режимах при 6 значениях мощности (от 20 до 40 Вт) на подкожно-жировой клетчатке, мышечной ткани и ткани околоушной слюнной железы. Контактная коагуляция проводилась в режиме ЧИСТОЕ, а биполярная – БИ КОАГ. Экспозиция электрода – 1 секунда.

**Таблица 1.** Оптимальные режимы мощности

Характеристика	Монополярный режим	Биполярный режим
Мощность для достижения коагуляции (Вт)	Подкожно-жировая клетчатка	
	24-32	30-40
	Мышечная ткань	
	28-34	30-40
	Железистая ткань	
	24-28	30-40

Отмечено, что при использовании биполярной коагуляции размеры видимого некроза в 2 раза превышают таковые при монополярной.

С помощью термопары хромель-копель, мультиметра М4583/2Ц были определены показатели температуры тканей до и после применения аппарата ФОТЭК Е 352. Расчеты производились с применением градуировочной таблицы ТХК и формулы для ЭДС термопары ( $\mathcal{E} = \beta \cdot (T_2 - T_1)$ , ( $T_2 > T_1$ ), где  $\mathcal{E}$  – термо-ЭДС,  $\beta$  – чувствительность термопары,  $T_1$  – температура окружающей среды = const,  $T_2$  – температура поверхности тканей). Исходные данные: температура окружающей среды +22°C, температура поверхности тканей +26,6°C.

**Таблица 2.** Температурные изменения в границах операционного поля (монополярный режим)

N	1	2	3	4	5	среднее
$\mathcal{E}$ , мВ	1,4	1,3	1,4	1,4	1,5	1,4
$\Delta T$ , °C	21,5	20	21,5	21,5	23	21,5
$T_2$ , °C	43,5	42	43,5	43,5	45	43,5
$\Delta T_{\text{тк}}$ , °C	16,9	15,4	16,9	16,9	18,4	16,9

**Таблица 3.** Температурные изменения в границах операционного поля (биполярный режим)

N	1	2	3	4	5	среднее
$\mathcal{E}$ , мВ	1,65	1,7	1,7	1,55	1,65	1,65
$\Delta T$ , °C	25,4	26,15	26,15	23,85	25,4	25,4
$T_2$ , °C	47,4	48,15	48,15	45,85	47,4	47,4
$\Delta T_{\text{тк}}$ , °C	20,8	21,55	21,55	19,25	20,8	20,8

Данные эксперимента были использованы в клинической практике при оперативных вмешательствах на околоушной слюнной железе у 14 пациентов. Пациентам с опухолями околоушной железы проводились частичная (9 пациентов) и субтотальная – (5 пациентов) резекции. При проведении операций применялись те же режимы мощности, что и в эксперименте. Отмечена реакция лицевого нерва при моно- и биполярной коагуляции на глубине 5 мм и более от капсулы в виде произвольных сокращений мимических мышц у большинства пациентов.

**Выводы.** Доказано локальное повышение температуры на 16,9°C при монополярной коагуляции и на 20,8°C при биполярной коагуляции на расстоянии 5

мм от зоны контакта электрод-ткань, что приводит к повышению температуры ткани до 43,5°C и 47,4°C. Данный показатель соответствует диапазону необратимой термотравмы клетки.

В связи с формированием зоны видимого некроза при биполярной коагуляции в два раза больше, чем при монополярной коагуляции, наиболее приемлемым при работе аппаратом ФОТЭК Е 352 на разных мягких тканях ЧЛЮ является использование монополярной коагуляции.

Оптимальные диапазоны мощности: подкожно-жировая клетчатка – 24-32 Вт; мышечные волокна – 28-34 Вт; междольевые прослойки слюнной железы – 24-28 Вт.

Термическое раздражение ветвей лицевого нерва при проведении ВЧ хирургии ограничивает применение описанного метода гемостаза при работе на тканях околоушной железы.

*M. D. Azhgirey, T. V. Burlakova*  
**HIGH-PITCHED ELECTROSURGERY DURING  
THE MAXILLO-FACIAL AREA SURGICAL INTERVENTIONS**

*Tutors: Associate professor M. V. Goltsev,  
Associate professor T. B. Liudchyk  
Department of Medical and Biological Physics,  
Department of Maxillofacial Surgery,  
Belarusian State Medical University, Minsk*

**Литература**

1. Белов, С. В. Влияние параметров высокочастотного тока на коагуляцию тканей / С. В. Белов // Медицинская техника. – 1978. - №4. – С. 44 – 47.
2. Bussiere, R. L. Principles of electrosurgery / R. L. Bussiere. – Washington, USA: Tetran Inc., 2001. – 33 p.
3. Electrosurgery: pitfalls and recommendations / Y. Demitraş, S. Ayhan, R. Yavuzer etc // Gazi Medic Journal. – 2006. - № 17 (4). – 145-151.