

4. *Подготовка к выходу на рынок труда.* Осуществляется через помощь в поиске потенциального работодателя и помощь студенту в подборе места производственной и преддипломной практик, перспективных для трудоустройства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Воиводина Е. В.* Социальная адаптация студентов с ограниченными возможностями здоровья к условиям высшего учебного заведения: социологический анализ: Автореф. дис. ... канд. социол. наук. — М., 2012. — 24 с.

2. *Петров В. И., Седова Н. Н.* Проблемы качества жизни в биоэтике. — Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2001. — 96 с.

3. *Романов П. В., Ярская-Смирнова Е. Р.* Политика инвалидности: Социальное гражданство инвалидов в современной России: Монография. — Саратов: Изд-во «Научная книга», 2006. — С. 82.

## Контактная информация

**Ушакова Ирина Анатольевна** — к. б. н., старший преподаватель кафедры физической культуры и здоровья, Волгоградский государственный медицинский университет, e-mail: irinayshakova1@mail.ru

УДК 616.36-089-092.4

## МИКРОВОЛНОВАЯ И РАДИОЧАСТОТНАЯ АБЛЯЦИЯ ПЕЧЕНИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

**А. Г. Бебуришвили, Е. Г. Спиридонов, А. В. Смирнов, В. В. Яцышен,  
О. Ю. Евсюков, Е. С. Алейникова**

*Волгоградский государственный медицинский университет*

В работе представлены результаты качественного и количественного изучения структурных преобразований ткани печени при применении микроволновой абляции. Предложены классификационные критерии, позволяющие оценить характер морфологических преобразований при сверхвысокочастотном воздействии. Анализированы различные режимы работы микроволнового генератора. Проведена сравнительная оценка результатов воздействия микроволновой и радиочастотной абляций. Предложены оптимальные режимы работы микроволнового и радиочастотного генераторов.

*Ключевые слова:* микроволновая абляция, радиочастотная абляция.

## EXPERIMENTAL MICROWAVE AND RADIO FREQUENCY ABLATION OF LIVER

**A. G Beburishvily, E. G. Spiridonov, A. V. Smirnov, V. V. Yatsishen,  
O. Y. Evsiukov, E. S. Aleinikova**

The paper presents results of a qualitative and quantitative study of the structural changes of the liver tissue while administering microwave ablation. We propose classification criteria to evaluate the nature of morphological changes upon exposure to superhigh-frequency. Various modes of operation of the microwave generator are analyzed. A comparative evaluation of the effects of microwave and radiofrequency ablation was performed. Optimal modes of microwave and radio frequency generators are discussed.

*Key words:* microwave ablation, radio frequency ablation.

Микроволновая абляция (МВА) — один из современных методов воздействия на опухолевую ткань. Направленное электромагнитное поле вызывает агитацию молекул воды в окружающих тканях, создавая фрикционный нагрев и коагуляционный некроз клеток (Simonetal., 2005). По сравнению с ограниченным нагревом тканей при радиочастотной абляции (РЧА) МВА создает существенно большую зону активного тепла, что приводит к значительно более равномерному лучевому воздействию на ткань в целевой зоне, включая повреждение кровеносных сосудов (Martin, 2007). Возможности РЧА ткани печени описаны как в клинических, так и в экспериментальных исследованиях [1—6], в то же время многие аспекты применения МВА продолжают оставаться недостаточно изученными.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Улучшение результатов лечения пациентов с опухолевым поражением печени при использовании генератора микроволновой абляции.

Задачи исследования

1. Определение входных и выходных параметров работы генератора микроволновой абляции Evident-Valleylab, Covidien.

2. Оценка возможностей системы микроволновой абляции EvidentValleylab, Covidien в эксперименте.

3. Определение оптимальных режимов работы микроволнового генератора.

4. Сравнительный анализ результатов применения радиочастотной абляции и микроволновой абляции.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для микроволновой абляции нами была использована система микроволновой абляции EvidentValleylab, Covidien для открытого операционного доступа с одной микроволновой антенной-аппликатором. МВ-генератор создает непрерывные микроволновые колебания с частотой  $(915 \pm 5)$  МГц. Максимальная мощность генератора составляет 60 Вт при нагрузке 50 Ом. Максимальная доступная мощность ограничена заводскими настройками до 45 Вт. Шаг изменения настройки мощности составляет 5 Вт, максимальное время длительности настройки таймера 30 мин. Шаг настройки длительности сеанса составляет 1 мин. Длина стержня хирургической антенны была равна 12 см с излучающей секцией длиной 2,0. Стержень антенны и его рукоятка соединены с разъемом для подключения к генератору специальным экранированным защитным кабелем. Данный тип электрода для открытых вмешательств может значительно (до  $80^\circ\text{C}$ ) нагреваться не только в области активной части, но также и по всей длине самого электрода. При этом происходит коагуляция всего пункционного канала вплоть до поверхности органа, который подвергается воздействию. Зона абляции, созданная вокруг стержня, может составлять до 1,0 см в диаметре. С увеличением времени воздействия наблюдается эффект «пригорания» электрода к тканям, затрудняющий его извлечение.

Производителем установлены ограничения на мощность генератора до 45 Вт и на длительность процедуры в 10 мин. Также фирма-производитель предупреждает, что использование любой комбинации антенн в течение более 10 мин без изменения их положения может вызывать обширное обугливание, затруднение при извлечении антенн и причинение вреда здоровью пациента. Рекомендуется использовать минимальные настройки мощности и длительности воздействия, при которых достигается необходимый результат. По истечении заданного времени генератор автоматически отключается.

Фирма-производитель, основываясь на проведенных исследованиях на животных *ex vivo* утверждает, что использование МВА мощностью 30 Вт в течение 10 мин позволяет получить площадь абляции в тканях печени объемом  $12\text{ см}^3$ . При мощности 45 Вт объем тканей, подвергшихся абляции, может достичь  $16\text{ см}^3$ . Через 10 мин воздействия максимальный объем тканей, подвергшихся абляции, при одномоментном использовании двух электродов может составить  $37\text{ см}^3$ , трех электродов —  $56\text{ см}^3$ . Для оценки размера образовавшейся зоны абляции необходимо осуществлять визуализацию любым доступным методом как после операции, так и во время последующих долгосрочных наблюдений.

### Процедура эксперимента

Для определения технических параметров процедуры МВА с помощью генератора Evident и для определения возможности экстраполяции полученных данных на живой организм проведена оценка изменений в печени, подвергнутой микроволновому воздействию в условиях сохраненной перфузии печени кровью. Для эксперимента выбраны несколько мощностных режимов от

25 до 45 Вт с шагом в 5Вт. Отобраны кролики породы стандартная шиншилла массой от 3 до 5 кг, средний вес животного был равен  $(3,9 \pm 0,9)$  кг. Под внутривенным наркозом (кетамин и тиопентал натрия) выполняли срединную лапаротомию, позиционировали электрод в печени и проводили МВА в течение одной, пяти, десяти минут. По окончании эксперимента животное умерщвляли, создавая воздушную эмболию. В полученном очаге коагулята сразу после воздействия измеряли температуру тканей цифровым термометром Scala, Gefu, Германия. Непосредственно сразу по окончании воздействия печень извлекали, проводили необходимые измерения и фиксировали орган формалином. Вторая серия экспериментов была проведена во время аутопсии на не изолированной печени человека. Для оценки площади некроза выполнена цифровая макрофото съемка (Nikon D3100, Япония, объектив Nikkor 18—55 mm AF-S VR DX 1:3,5-5,6 G) с фоном на миллиметровой бумаге (рис. 1), затем материал фиксировали в течение 24 часов в 10%-м растворе нейтрального забуференного формалина ( $\text{pH} = 7,4$ ).

Материал обезвоживали и заливали в парафин по общепринятой методике. На роторном микротоме изготавливали срезы толщиной 3—5 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином. Гистологические препараты фотографировали цифровой камерой (Canon, Япония) на базе микроскопа «Axiostarplus» (Карл Цейс, Германия) с использованием объективов  $\times 10$ ;  $\times 40$  и окуляра  $\times 10$ . При микроскопическом исследовании оценивали степень повреждения гепатоцитов и их микроокружения в зависимости от времени экспозиции радиочастотного излучения.



Рис. 1. Макропрепарат фрагмента ткани печени после МВА с видимыми зонами воздействия

Были анализированы показатели мощности, времени воздействия генератора, геометрические параметры очага (объем —  $V$ ,  $\text{мм}^3$ ; площадь сечения —  $S_{\text{сеч}}$ ,  $\text{мм}^2$ ). Для оценки степени выраженности повреждения структурных компонентов печеночной ткани в трех видимых зонах поражения выполнено морфометрическое исследование с использованием следующих параметров: относительная площадь коагуляционного повреждения центральной зоны SR %, относительная

площадь поврежденных гепатоцитов в промежуточной Smid % и периферической зонах Sper %.

Кроме того, выделены промежуточные переменные (расчетные данные):

- средняя мощность излучения

$$W_{mid} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int W(t) dt,$$

где  $W(t)$  — мощность в момент времени  $t$ ,  $t_1$  — момент начала воздействия,  $t_2$  — момент окончания воздействия;

- средняя экспозиционная энергия

$$E_{mid} = W_{mid} \cdot (t_2 - t_1);$$

- плотность средней экспозиционной энергии

$R_0 = E_{mid}/V$  Дж/мм<sup>3</sup>,

где  $V$  — объем повреждений.

Полученные результаты работы генератора анализированы методами описательной статистики Libre Office Calc, Microsoft Exel 2007.

Структурные изменения ткани печени оценивали по шкале GAS, предложенной нами для подобных ситуаций и модифицированной для микроволнового воздействия (1). Для этого описывали следующие параметры: G — критерии, отражающие изменения общего плана строения (гистоархитектоники): балочное строение, стромально-паренхиматозные взаимоотношения, соотношение зон деструкции и неизменной печеночной ткани; A — критерии, отражающие изменения ангиоархитектоники: состояние синусоидных капилляров (степень дилатации, заполнения клеточными элементами, экссудатом), центральных вен и периферического сосудистого сегмента, состояние портального кровотока (артериол, венул и лимфатических капилляров); S — «малые» критерии, уточняющие и дополняющие: размеры и форма гепатоцитов, состояние цитоплазмы гепатоцитов (наличие/отсутствие вакуолизации и/или зернистости), ядра гепатоцитов (размеры, число, форма, состояние субнуклеарного материала), состояние эндотелия сосудов (синусоидов, портальных) (табл. 1—4).

Таблица 1

### Характеристика критериев G при МВА печени

Критерий G	Морфология
G1	Ткань печени сохраняет типичное балочное строение, портальные тракты расположены в углах классической печеночной доли. Относительная площадь зоны деструкции не превышает 20 % в центральной зоне воздействия, 10 и 5 % в промежуточной и периферической зонах соответственно
G2	Балочное строение частично нарушено за счет увеличения относительной площади деструкции печеночной ткани в центральной зоне воздействия до 30 %, в промежуточной и периферической зонах — до 20 и 10 % соответственно

Критерий G	Морфология
G3	Балочное строение нарушено за счет увеличения относительной площади деструкции печеночной ткани в центральной зоне воздействия до 40—50 %, в промежуточной и периферической зонах — до 30 и 20 % соответственно
G4	Дискомплексаия печеночных балок за счет формирования бесструктурных масс в центральной зоне воздействия, увеличение степени дезорганизации ткани в промежуточной и периферической зонах более 40 %

Таблица 2

### Характеристика критериев A при МВА печени

Критерий A	Морфология
A1	Синусоидные капилляры умеренно расширены в центральной зоне, заполнены единичными слущенными клеточными элементами в состоянии коагуляционного некроза, эритроцитами. Умеренно выраженное полнокровие центральных вен. Портальные сосуды обычного строения.
A2	Синусоидные капилляры расширены в центральной зоне, заполнены слущенными клеточными элементами в состоянии коагуляционного некроза, эритроцитами, эозинофильным экссудатом. Центрилобулярные фокальные очаги деструкции и кровоизлияния.
A3	Деструкция синусоидных капилляров, заполнение их дериватами фибрина, желчным пигментом, эритроцитами, коагулированными клеточными элементами. Центрилобулярные кровоизлияния.
A4	Бесструктурные массы в зоне воздействия

Таблица 3

### Характеристика «малых» критериев при МВА печени

Критерий S	Морфология
S1	Слабо выраженная деформация гепатоцитов с сохранением контурной целостности клеточной мембраны, неоднородность цитоплазмы за счет диффузной зернистости и мелкоочаговой вакуолизации, гиперхромия ядер в отдельных клетках.

Окончание таблицы 3

Критерий S	Морфология
S2	Сглаженность клеточных границ, деформация клеток (неровные контуры), неоднородность цитоплазмы за счет очаговой вакуолизации. Увеличение количества гепатоцитов с гиперхромными ядрами.
S3	Деформация и отсутствие четкости мембран клеток, многие клетки расположены беспорядочно, с гомогенной темной цитоплазмой и сморщенным или лапчатым ядром.
S4	Бесструктурные массы в зоне воздействия

Таблица 4

### Оценка степени MBA печени по классификации GAS

Степень	Критерии повреждения	Степень повреждения
1	G0-1, S0-1, A0-1	Слабо выраженное
2	G1-2, S1-2, A1-2	Умеренно выраженное
3	G2-3, S2-3, A2-3	Выраженное
4	G3-4, S3-4, A3-4	Максимально выраженное

Таким образом, в качестве оптимальной можно рассматривать 4-ю степень лучевого воздействия (G3-4A3-4S3-4), отражающую морфологические проявления необратимого повреждения максимальной степени выраженности.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Средние показатели входных и выходных параметров СВЧ генератора при исследованных режимах мощности представлены в табл. 5.

Анализируется корреляционная связь между основными входными и выходными параметрами работы СВЧ генератора (рис. 2).

С увеличением мощности воздействия увеличивается температура тканей, достигая максималь-

ного значения в диапазоне 53—58 °С при 45W. Имеется сильная корреляционная связь между мощностью генератора и полученной температурой в центре (коэффициент корреляции  $R = 1$ , полная аппроксимация полиномом четвертой степени) и на периферии очага абляции ( $R = 0,99$ , аппроксимация полиномом третьей степени) (рис. 3).

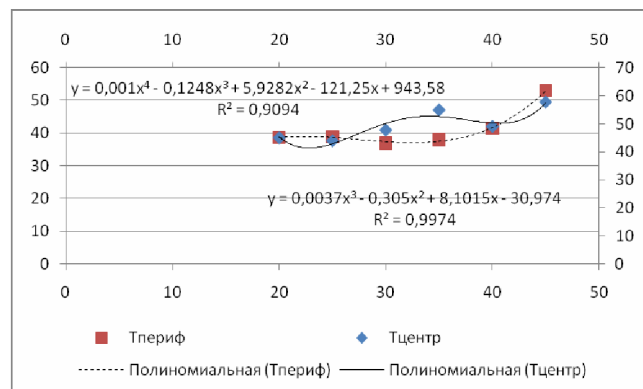


Рис. 2. Зависимость температуры тканей в центре и на периферии очага поражения от мощности воздействия

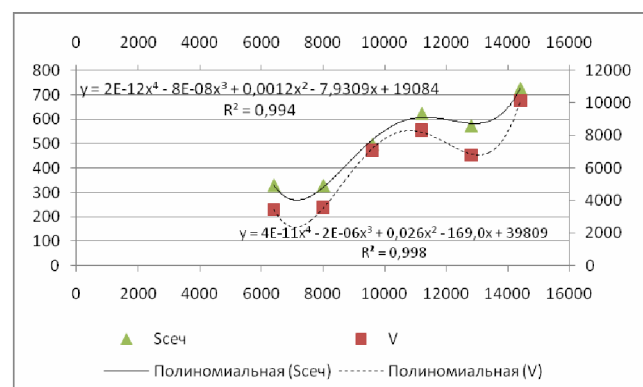


Рис. 3. Зависимость объема и площади сечения очага поражения от средней поглощенной энергии

Таблица 5

### Средние показатели входных и выходных параметров СВЧ генератора при исследованных режимах мощности

W	T центр, °C	T периф., °C	Длина, мм	Ширина, мм	V, мм <sup>3</sup>	Sсеч, мм <sup>2</sup>	ЕсрДж	Ro, Дж/мм <sup>3</sup>	SR, %	Smid, %	Sper, %
20	45,07	38,60	31,67	11,33	3460,99	329,87	6400,00	5,52	10,74	6,85	3,42
25	44,03	38,87	35,00	10,33	3571,82	328,56	8000,0	6,91	16,84	6,71	8,17
30	47,80	37,00	33,33	15,00	7068,58	497,42	9600,0	5,59	18,95	7,41	9,79
35	54,87	37,93	46,00	16,67	8322,08	624,65	11200,0	1,43	11,61	7,18	5,47
40	49,07	41,47	45,67	15,00	6796,84	573,60	12800,0	2,09	16,75	15,83	11,45
45	57,67	52,97	50,00	18,00	10126,40	727,80	14400,0	1,40	18,38	19,37	9,89
P = 0,05	49,75 ± 5,71	41,14 ± 6,28	40,28 ± 8,22	14,39 ± 3,14	6557,79 ± 2763,50	513,65 ± 169,26	10400,0 ± 3141,3	3,82 ± 2,58	15,55 ± 3,68	10,56 ± 5,85	8,03 ± 3,19

Изменения объема и площади сечения очага абляции носят однотипный характер и достигают своего максимального пикового значения при 35 и 45 W. При этом показатели объема могут достигать значений в диапазоне от 8300 до 10100 мм<sup>3</sup>, площади сечения — от 624 до 727 мм<sup>2</sup>. Корреляционная связь показателей сильная, аппроксимация достигается полиномом третьей степени, коэффициент корреляции  $R = 1$  (рис. 4).

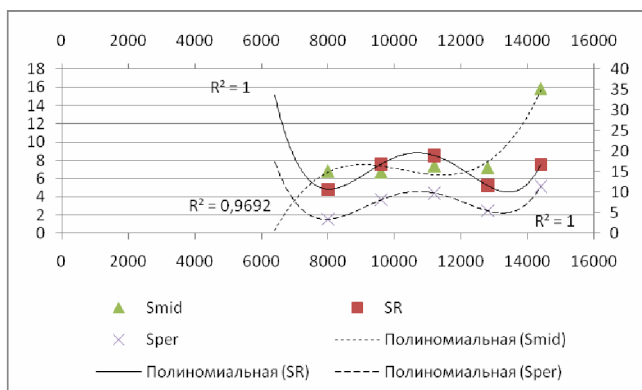


Рис. 4. Зависимость геометрических параметров очага абляции от средней экспозиционной энергии

При этом максимальные значения SR и Sper могут быть получены при мощности излучения 30 и 45 W, а максимальные значения изменений периферической зоны Smid — только в диапазоне 40—45 W. Максимально возможный уровень изменения всех гистологических параметров очага абляции отмечен в диапазоне экспозиционной энергии от 12800 до 14400 Дж, что соответствует мощности 40 и 45 W. При этом итоговые средние значения (14,67 и 15,88 %) в 2 раза превышают аналогичные, полученные при мощности излучения 20 W (7 %). Имеется сильная корреляционная связь между экспозиционной энергией и показателями SR, Smid, Sper, коэффициент корреляции  $R = 1$ , полная аппроксимация достигается полиномом третьей степени.

Аппроксимация данных с помощью полиномов 4-й и 3-й степеней носит иллюстрационный характер. В моделях нелинейной регрессии с помощью пакета Statistica 6.0 нами был проведен анализ остатков и выяснено, что гистограмма остатков далека от нормального распределения. В частности на рис. 5 и рис. 6 приведены графики гистограмм остатков для зависимостей температур тканей в центре и на периферии очага поражения от мощности воздействия. Полученные результаты говорят о том, что приведенные модели нелинейной регрессии в виде полиномов нельзя рассматривать как полностью приемлемые модели. Установление истинных функциональных зависимостей требует строгого решения тепловой задачи и является предметом отдельного исследования.

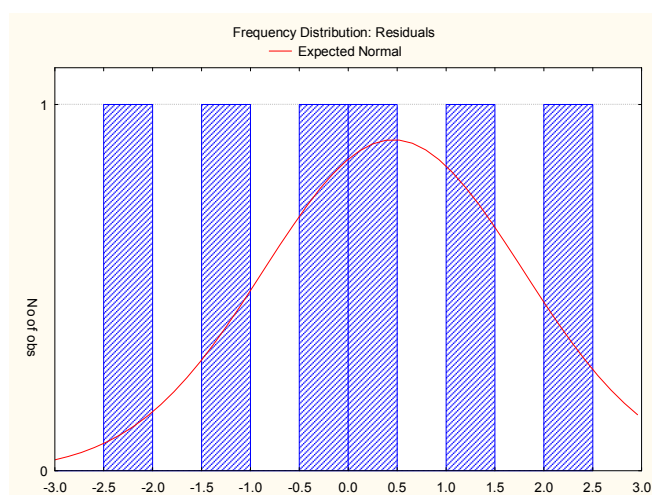


Рис. 5. Гистограмма остатков для полиномиальной аппроксимации зависимости температуры тканей в центре от мощности воздействия

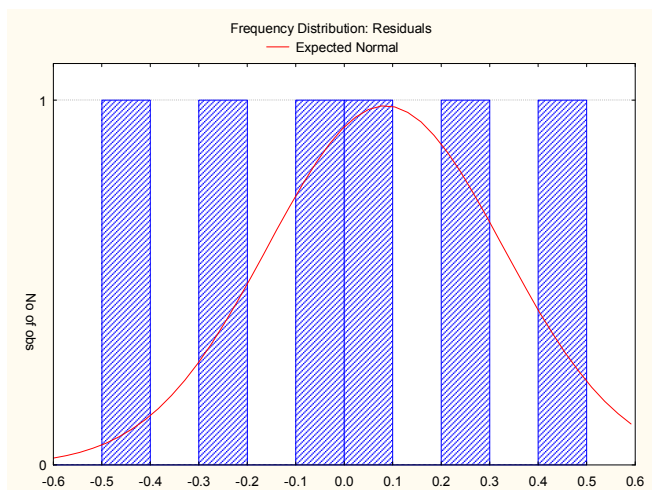


Рис. 6. Гистограмма остатков для полиномиальной аппроксимации зависимости температуры тканей на периферии от мощности воздействия

Для экстраполяции полученных результатов на ткани печени живого организма произведена смена экспериментальной модели. Данные по входным и выходным параметрам СВЧ генератора при мощности 20 W при сохраненной перфузии в печени представлены в табл. 6.

Макроскопические изменения в печени после МВА в условиях сохраненного кровообращения представлены на рис. 7.

Изменение экспериментальной модели показало, что при мощности генератора 20 W все выходные параметры работы генератора так же, как и в предыдущей модели, увеличиваются в геометрической прогрессии с течением времени. Показатель средней плотности поглощенной энергии также имеет минимальное значение после 10 мин воздействия.

**Входные и выходные параметры СВЧ генератора при мощности 20W при сохраненной перфузии в печени**

Время воздействия, мин	Длина, мм	Ширина, мм	Спов, мм <sup>2</sup>	V, мм <sup>3</sup>	Ссеч, мм <sup>2</sup>	ЕсрДж	Ro Дж/мм <sup>3</sup>	SR %	Smid %	Sper %	Классификация GAS, степень
1,00	20,00	5,00	253,11	261,80	78,54	1200,00	4,58	3,34	5,81	4,88	1—2
5,00	40,00	5,00	496,97	523,60	157,08	6000,00	11,46	5,61	7,94	8,45	2
10,00	50,00	15,00	1917,04	5890,49	589,05	12000,00	2,04	13,99	12,25	16,72	3—4
Ср. знач.	36,67	8,33	889,04	2225,29	274,89	6400,00	6,03	7,65	8,67	16,72	



Рис. 7. Макроскопические изменения в печени после МВА в условиях сохраненного кровообращения

При патоморфологическом исследовании выявлено, что характер и степень повреждения печеночной ткани при МВА зависят от времени экспозиции и мощности генератора, при этом наиболее оптимальным является режим 10 мин 20 W, соответствующий степени 3—4 по классификации с использованием критериев GAS.

Особенностью структурных преобразований при МВА в отличие от РЧА можно считать характер сосудистой реакции в зоне воздействия: в условиях РЧА формируются типичные кавернозно-подобные полости за счет выраженной дилатации синусоидных капилляров, а при МВА наблюдается лишь слабое расширение перисинусоидальных пространств с отеком, стазами эритроцитов.

Проведен сравнительный анализ результатов применения радиочастотного и сверхвысокочастотного

(МВА) воздействия на ткань изолированной печени. Некоторые выходные параметры работы генераторов приведены в табл. 7 при  $P = 0,05$ .

При сравнении данных можно отметить, что МВА привела к значительно большему повышению температуры в центре очага воздействия, чем РЧА. Несмотря на средний объем поврежденных тканей, по сравнению с другими режимами, и на минимальное значение поглощенной энергии при ее низкой плотности, в результате эксперимента были получены максимальные изменения в печени.

В анализируемых режимах РЧА температура в центре и на периферии очага абляции была сопоставимой. При РЧА в режиме автоматического регулирования показатели объема, площади сечения очага, средней поглощенной энергии были значительно выше. При этом в данном режиме качественные показатели воздействия на ткань, выявленные при патоморфологическом исследовании, были минимальными в сравнении с другими режимами.

При анализе данных необходимо учитывать то, что, несмотря на одинаковую экспериментальную модель, имеется существенное отличие входных параметров работы в виде наличия охлаждающей жидкости у электрода РЧ-генератора и отсутствие таковой у генератора МВА. Полученные усредненные выходные данные позволяют дать лишь приблизительную сравнительную оценку и определить тенденцию результатов работы генераторов различных волновых диапазонов.

Таблица 7

**Средние выходные параметры работы радиочастотного и сверхвысокочастотного генераторов при воздействии на ткань изолированной печени**

Характер воздействия	T центр, °C	T периф., °C	V, мм <sup>3</sup>	Ссеч, мм <sup>2</sup>	Еср, Дж	Ro Дж/мм <sup>3</sup>	SR, %	Smid, %	Sper, %
МВА	49,75 ± 5,71	41,14 ± 6,28	6557,79 ± 2763,50	513,65 ± 169,26	10400,00 ± 3141,30	3,82 ± 2,58	15,55 ± 3,68	10,56 ± 5,85	8,03 ± 3,19
РЧА ручная рег.	48,68 ± 3,71	42,26 ± 1,90	5252,22 ± 2170,26	385,89 ± 113,69	25546,88 ± 8397,62	11,91 ± 5,91	8,25 ± 4,96	4,30 ± 2,16	1,79 ± 0,94
РЧА авт. рег	45,96 ± 5,63	41,61 ± 4,50	13376,39 ± 6228,27	706,62 ± 206,79	35757,69 ± 13759,08	3,53 ± 1,42	3,16 ± 1,09	2,90 ± 1,25	1,77 ± 0,81

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Количественные геометрические и качественные показатели очага волнового воздействия зависят от вида применяемого генератора, его режима работы, мощности и плотности поглощенной энергии тканями.

Максимально возможное увеличение мощности МВА до 45 W приводит к закономерному максимальному увеличению выходных параметров работы генератора при низком уровне плотности экспозиционной энергии.

Максимально возможный уровень изменения морфометрических параметров очага абляции при МВА отмечен в диапазоне экспозиционной энергии от 12800 до 14400 Дж, что соответствует мощности 40 и 45 W.

Применение РЧА в автоматическом режиме позволяет получить наибольший объем поврежденных тканей при минимально возможных качественных характеристиках зоны поражения. Предпочтительнее использовать РЧА в режиме ручного управления.

К наиболее выраженному повреждению ткани МВА приводит при относительно невысоких показателях поглощенной энергии с низкой плотностью. Эти по-

казатели сопоставимы с результатами применения РЧА в режиме ручного управления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бебуришвили А. Г., Зюбина, Е. Н., Спиридонов Е. Г. и др. // Вестник ВолгГМУ. — 2013. — № 2 (46). — С. 78—86.
2. Спиридонов Е. Г., Смирнов А. В., Яцышен В. В. и др. // Вестник ВолгГМУ. — 2013. — № 3 (47). — С. 95—99.
3. Сидоров Д. В., Гришин Н. А., Ложкин М. В. и др. // Онкохирургия. — 2012. — Т. 4, № 1. — С. 50—54.
4. Сидоров Д. В., Степанов С. О., Гришин Н. А. и др. // Онкология. — 2013. — № 2. — С. 27—31.
5. Andreano A., Lee F. T., Brace C., et al. // Medical physics. — 2010. — Vol. 6, № 37. — P. 2967—2973.
6. Brace C. L. // Critical reviews in biomedical engineering. — 2010. — Vol. 38, № 1. — P. 65—78.

## Контактная информация

**Спиридонов Евгений Геннадиевич** — к. м. н., асс. кафедры факультетской хирургии с курсом эндоскопии и эндоскопической хирургии ФУВ и с курсом сердечно-сосудистой хирургии ФУВ, ВолгГМУ, e-mail: seg-s@mail.ru

УДК 57.089.615.616-092.9

## ГИСТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТКАНИ ПЕЧЕНИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ФИБРОЗЕ ХИМИЧЕСКОГО ГЕНЕЗА

**Ю. И. Великородная, А. Я. Почепцов**

*Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии и профпатологии, Волгоград*

Было проведено моделирование фиброза печени, индуцированного четыреххлористым углеродом и этанолом. Обнаруженные изменения в гистоэнзимологическом профиле печеночной ткани свидетельствуют о метаболических сдвигах в гепатоцитах в сторону усиления процессов аэробного гликолиза.

*Ключевые слова:* фиброз, печень, гистохимический анализ.

## HISTOCHEMICAL ANALYSIS OF HEPATIC TISSUE IN EXPERIMENT ON AN ANIMAL MODEL OF CHEMICAL-INDUCED HEPATIC FIBROSIS

**Yu. I. Velikorodnaya, A. Ya. Pocheptsov**

Chemical-induced hepatic fibrosis was induced with carbon tetrachloride and ethanol. The observed changes in histochemical profile of hepatic tissue indicate metabolic changes in hepatocytes in the direction of strengthening of aerobic glycolysis processes.

*Key words:* fibrosis, liver, histochemical analysis.

Фиброз печени — широко распространенное заболевание, одной из причин которого является хроническая интоксикация [3]. Среди токсикантов, обладающих гепатотоксическим и фибротическим действием находятся хлорированные углеводороды, спирты, альдегиды и другие соединения. Данное заболевание сопровождается снижением всех основных функций органа, а при прогрессировании трансформируется в цирроз с дальнейшей малигнизацией.

Значительное место в диагностике и оценке эффективности терапии при фиброзе печени занимают

исследования молекулярных механизмов образования внеклеточного матрикса, регулирование скорости его синтеза и деградации. В клинической и экспериментальной практике используют несколько биомаркеров фиброза печени, определяемых в плазме крови [1].

Однако изменение гистоэнзимологического профиля печени не всегда коррелирует с биохимическими параметрами сыворотки крови. Применение гистохимических методов позволяет выявить количественные изменения, происходящие с ферментами и субстратами