

Сравнительный анализ процессов заживления хирургических ран при использовании различных видов радиочастотных режущих устройств и металлического скальпеля

В.А.Ступин¹, Г.О.Смирнова¹, Н.Е.Мантурова², Е.Н.Хомякова¹, М.Д.Поливода³, Е.А.Коган⁴

¹Российский государственный медицинский университет им. Н.И.Пирогова, кафедра госпитальной хирургии №1 лечебного факультета, Москва (зав. кафедрой – проф. В.А.Ступин);

²Российский государственный медицинский университет им. Н.И.Пирогова, кафедра пластической, реконструктивной хирургии, косметологии и клеточных технологий ФУВ, Москва (зав. кафедрой – проф. Н.Е.Мантурова);

³Российский государственный медицинский университет им. Н.И.Пирогова, НИИ фундаментальных и прикладных биомедицинских исследований, отдел экспериментальной хирургии, Москва (зав. отделом – проф. А.П.Эттингер);

⁴Научный центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. акад. В.И.Кулакова, Москва (директор – акад. РАМН, проф. Г.Т.Сухих)

Целью исследования была экспериментальная оценка скорости и качества заживления кожных операционных ран при использовании различных радиоволновых приборов и металлического скальпеля. На 21 крысе породы Vistar проведено двойное слепое исследование трех типов радиоволновых приборов: Radiosurg 2200 m (Meyer-Haake GmbH, Германия), Fotek E80 (ООО «Фотек», Россия), Surgitron EMC (Ellman International, Inc., США) и хирургического скальпеля с гистологическим исследованием характера и скорости заживления кожных ран на 1-е, 3-е и 7-е сутки от момента нанесения повреждения. Выявлено, что сроки и механизмы заживления кожных ран отличались при использовании различных типов радиоволновых приборов. Наилучшие результаты по сравнению с традиционным скальпелем и другими радиохирургическими ножами показал прибор Surgitron EMC. При его применении отсутствовал кровяной сгусток в ране после разреза; был минимальный некроз операционной раны; отсутствовала лейкоцитарная фильтрация в ране; наблюдалась ранняя эпителилизация тканей (к 3-м суткам); раны заживлялись без образования рубца.

Ключевые слова: радиоволновые приборы, операционные раны, скорость и качество репарации

Comparative analysis of processes of surgical wounds healing by using different types of radiowave cutting devices and metal scalpel

В.А.Ступин¹, Г.О.Смирнова¹, Н.Е.Мантурова², Е.Н.Хомякова¹, М.Д.Поливода³, Е.А.Коган⁴

¹N.I.Pirogov Russian State Medical University, Department of Hospital Surgery № 1 of Medical Faculty, Moscow (Head of the Department – Prof. V.A.Stupin);

²N.I.Pirogov Russian State Medical University, Department of Plastic, Reconstructive Surgery, Cosmetic and Cellular Technologies of DIF, Moscow (Head of the Department – Prof. N.E.Mantuova);

³N.I.Pirogov Russian State Medical University, Research Institute of Fundamental and Applied Biomedical Research, Department of Experimental Surgery, Moscow (Head of the Department – Prof. A.P.Oettinger);

⁴Acad. V.I.Kulakov Scientific Center of Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Moscow (Director – Acad. of RAMS, Prof. G.T.Sukhikh)

The purpose of the work was experimental studying quality of healing of skin operational wounds by using various radiowave devices and a metal surgical scalpel. Double blind research on 21 Vistar rats of 3 types of radiowave devices: Radiosurg 2200 «m» (Meyer-Haake GmbH, Germany), Fotec E80 (Open Company «Fotec», Russia), Surgitron EMC (Ellman International, Inc., USA) and a surgical scalpel with histologic research character of healing of skin wounds on the 1st, 3rd and 7th days from the moment of damage was conducted. It was revealed, that terms and mechanisms of healing of skin wounds differed at use of various types of radiowave devices. The best results in comparison with a traditional scalpel and other radiosurgical knives demonstrated Surgitron EMC. When using it there was no blood clot in a wound after a cut; there was minimal necroses of the operational wound, absence of leukocytes infiltrations in the wound, early reparation (by the 3rd day), healing of the wound without scarring.

Key words: radiowave devices, skin operational wounds, speed and quality of reparation

Последние десятилетия характеризуются достаточно интенсивным развитием хирургических технологий и соответствующей аппаратурой для быстрого, щадящего и бескровного рассечения тканей при выполнении оперативных вмешательств. Наибольшее распространение получило применение электрохирургических устройств, история создания которых насчитывает уже больше века. Аппаратура, в основе работы которой лежит принцип электрокоагуляции, постоянно совершенствуется, что в значительной мере связано с интенсивным развитием в последние тридцать лет лапароскопических и эндоскопических вмешательств, где данный метод нашел широкое распространение и является основным для рассечения тканей и обеспечения гемостаза [1–8].

Появление в 50–60-х годах XX века ультразвуковых и лазерных скальпелей позволило решить ряд задач, особенно при необходимости произвести коагуляцию кровоточащих сосудов с большой точностью, в частности, в эндоскопической хирургии, однако основным недостатком этих приборов явились ограничения, связанные с вероятностью повреждения близлежащих участков органов и тканей [6–9]. В данной связи одним из направлений поиска стало использование радиоволн высокой частоты для создания локального эффекта коагуляции и рассечения тканей. В конце 70-х годов прошлого века И.Эллманом был создан первый высокочастотный радиоволновой хирургический прибор, работающий на частотах 3,8–4,0 МГц, показывающий высокую эффективность [10].

Радиоволновая хирургия – это атравматичный метод «холодного разреза» и коагуляции мягких тканей без их разрушения. Эффект разреза достигается при помощи тепла, выделяемого при взаимодействии тканей и высокочастотных радиоволн. Радиосигнал, передаваемый активным электродом, вызывает дегидратацию клеток и вследствие этого – рассечение тканей либо их коагуляцию (в зависимости от формы волны) без нагревания электрода [8–11].

В настоящее время приборы, основанные на применении описанного принципа, применяются в различных хирургических специальностях, созданы модификации аппаратов как отечественного, так и зарубежного производства [3–4, 8–11]. Общим является использование радиоволн в диапазоне нескольких мегагерц, однако они весьма значительно отличаются по конкретной длине используемых волн в пределах этого диапазона. Остается неясным, насколько эти различия влияют на состояние создаваемых при применении этих радиоволн хирургических ран и каковы особенности процессов репарации в области их нанесения.

Целью исследования явилось проведение в эксперименте сравнительной оценки качества операционных ран и процессов их заживления при использовании режущих хирургических аппаратов с различной частотой радиоволн и хирургического скальпеля.

Для корреспонденции:

Ступин Виктор Александрович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной хирургии №1 лечебного факультета Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова

Адрес: 111734, Москва, ул. Вешняковская, 23

Телефон: (495) 375-1811

E-mail: stvictor@hospital15.com

Статья поступила 06.09.2010 г., принятая к печати 23.11.2010 г.

Материалы и методы

Проведено двойное слепое экспериментальное исследование на 21 крысе породы Vistar (самцы) массой 250–300 г (средняя масса – 274,6 ± 19,3 г) качества операционных ран и процессов их заживления при использовании современных радиоволновых приборов и обычного металлического скальпеля с оценкой их воздействия на кожу и мягкие ткани, а также с гистологической оценкой степени повреждения тканей и степени их заживления.

Эксперименты проводились под общим обезболиванием (кетамин в дозе 20 мг на 100 г массы). Животных фиксировали в положении на животе. Участок спины от подлопаточной линии до поясничного отдела осторожно выбрировали и обрабатывали 70% раствором этилового спирта. В стерильных условиях в паравертебральной зоне на расстоянии 15 мм с обеих сторон от линии остистых отростков каждому животному по единой схеме наносили по четыре продольных разреза кожи и подкожной клетчатки строго до фасции. Разрезы имели длину 15 мм и располагались параллельно линии позвоночника один за другим на расстоянии 20 мм. Разрезы наносили с помощью обычного металлического одноразового брюшистого скальпеля, а также радиоволновыми приборами с использованием различных фиксированных длин волн. Таким образом, каждому животному было нанесено четыре типа разрезов, по два разреза с каждой стороны от позвоночника на равном расстоянии, что обеспечило идентичность рассекаемых тканей. Полученные раны ушивали отдельными швами викрилом 4/0 на атравматической игле.

Для обеспечения объективности исследований на всех этапах эксперимента каждый тип хирургического ножа был закодирован и не известен исследователям. Разрезы были пронумерованы в зависимости от типа хирургического ножа: тип 1 – хирургический скальпель; тип 2 – Radiosurg 2200 m, рабочая частота 2,2 МГц (Meyer-Haake GmbH; Германия); тип 3 – Фотек E80, рабочая частота 2,64 МГц (ООО «Фотек», Россия); тип 4 – Сургитрон EMC, рабочая частота 3,8–4,0 МГц (Ellman International, Inc., США).

Через 1, 3 и 7 суток животных выводили из опыта по 7 особей на каждой исследуемой точке передозировкой анестетика. Участки кожи и подкожной клетчатки с ранами исекали блоком размером 2 × 3 см и помещали в 5% раствор формалина для последующего гистологического исследования, при котором изучали характер и устанавливали скорость заживления ран.

При серийных парафиновых срезах, окрашенных по обычной методике гематоксилином и эозином, оценивалась динамика гистологических изменений по следующим критериям: 1) наличие и характер сгустка; 2) наличие и характер кровоизлияний; 3) выраженность повреждения в виде некроза ткани и его глубины; 4) выраженность и вид клеточной инфильтрации; 5) неоангиогенез в различных зонах раны; 6) полнота, выраженность и характер репаративных процессов (грануляции, эпителизация).

Все изменения оценивались по балльной системе от 0 до 3 баллов для каждого признака (0 – отсутствие признака, 1 – легкая степень выраженности, 2 – средняя степень, 3 – выраженные изменения).

После статистической обработки параметров типы разрезов были раскодированы.

Статистический анализ материала производился с использованием программы «Statistica 6.0». Достоверность различий между группами оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Сравнение групп по качественному бинарному признаку оценивали с помощью критерия Пирсона χ^2 . Различия считали статистически достоверными при $p < 0,05$.

Работа одобрена на заседании Этического комитета РГМУ (протокол №38 от 22.09.2008 г.).

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования было выявлено, что наилучшим и опережающим другие типы образом заживали разрезы, нанесенные с помощью аппарата Сургитрон EMC, рабочая частота 3,8–4,0 МГц.

Первая фаза раневого процесса, оцениваемая в операционной ране через 1 сутки, характеризовалась формированием сгустка крови, выполняющего тканевой дефект с некрозом прилежащих тканей, полнокровием сосудов вплоть до развития кровоизлияний и лейкоцитарной инфильтрацией. При использовании хирургического скальпеля, а также радионожей Radiosurg 2200 m (2,2 МГц) и Фотек E80 (2,64 МГц) данные изменения были наиболее выражеными, при этом по степени изменений в ране (сгусток крови, наличие некроза, лейкоцитарная инфильтрация) были недостоверны ($p > 0,05$) (рис. 1 а, б, в). Радионож Сургитрон EMC (3,8–4,0 МГц) вызывал достоверно менее выраженные изменения ($p < 0,05$): края ран были практически сомкнутыми, сгусток был небольшим и диапазон балльной оценки варьировал от 1 до 2, наблюдалось полнокровие сосудов, узкая зона повреждения, в 29% признаки некроза отсутствовали, в остальных препаратах выраженная степень некроза была минимальной. Во всех препаратах зарегистрированы единичные лейкоциты в поврежденных тканях (табл. 1), что свидетельствует в пользу сокращения фазы экссудации послеоперационных ран при использовании аппарата Сургитрон EMC (рис. 1 г).

На 3-и сутки от момента операции раны, нанесенные хирургическим скальпелем, радионожами Radiosurg 2200 m

(2,2 МГц) и Фотек E80 (2,64 МГц), сохраняли признаки воспаления, в наибольшей степени выраженные при использовании радионожей, однако в некоторых препаратах зарегистрировано появление репаративных процессов. Так, при нанесении раны скальпелем незначительно усилилась по сравнению с предыдущей точкой исследования выраженная степень некроза и лейкоцитарной инфильтрации, но незначимо уменьшилась выраженная степень сгустка, нивелировали кровоизлияния с активацией процессов неоангиогенеза и появлением грануляции и эпителизации у 14 и 29% соответственно. При нанесении раны с помощью аппаратов Radiosurg 2200 m (рабочая частота 2,2 МГц), а также Фотек E80 (рабочая частота 2,64 МГц) признаки выраженной степени сгустка, некроза и лейкоцитарной инфильтрации усилились по сравнению с исследованиями, проведенными на 1-е сутки после операции, наряду с появлением слабо выраженных репаративных процессов в виде неоангиогенеза у 14 и 71% соответственно и процессов эпителизации у 14% (рис. 2 а, б). Важно отметить, что статистически выраженных различий на 3-и сутки при использовании 1, 2 и 3 типов ножей выявлено не было ($p > 0,05$) (табл. 2).

У животных с разрезами, нанесенными радионожом Сургитрон EMC (рабочая частота 3,8–4,0 МГц), раны характеризовались признаками очищения от сгустка крови и некротических масс. У 29% животных зарегистрировано появление струпа – корочка, покрывающая поверхность раны, образованная продуктами воспаления, которая защищает рану от экзофакторов и отпадает по мере эпителизации раны. Появились признаки репарации раны в виде грануляций с эпителизацией тканей и восстановлением дермы с неоангиогенезом в 100% случаев (рис. 2 в, г). Выраженность процессов репарации была более значима, чем при 1, 2 и 3 типах ран, у отдельных животных отмечалась полная репарация; при этом исследуемые показатели достоверно отличались от трех других групп ($p < 0,05$) (табл. 2).

На 7-е сутки эксперимента преобладали признаки репарации тканей в виде неоангиогенеза, эпителизации и формирования коллагенового рубца в ранах. Плоский эпителий наползает на рану с ее краев, сверху к нему прилежит коагуляционный струп в дерме, на месте бывшего повреждения

Таблица 1. Оценка характера и скорости заживления кожных ран на 1-е сутки эксперимента при использовании радиочастотных режущих устройств и металлического скальпеля

Тип ножа	Сгусток	Некроз	Кровоизлияние	Лейкоцитарный инфильтрат	Неоангиогенез	Грануляции	Эпителизация
1 тип Скальпель Балл: 0; 1; 2; 3	2,14 ± 0,49 [1–3]	1,14 ± 0,24 [1–2]	0,43 ± 0,49 [0–1]	1,29 ± 0,41 [1–2]	0,14 ± 0,24 [0–1]	0	0
2 тип Radiosurg 2200 m Балл: 0; 1; 2; 3	2,14 ± 0,49 [1–3]	2,14 ± 0,49 [1–3]	0	1,57 ± 0,49 [1–2]	0	0	0
3 тип Фотек E80 Балл: 0; 1; 2; 3	2,29 ± 0,61 [1–3]	2,29 ± 0,61 [1–3]	0	2,43 ± 0,49 [2–3]	0	0	0
4 тип Сургитрон EMC Балл: 0; 1; 2; 3	1,43 ± 0,49* [1–2]	0,71 ± 0,41* [0–1]	0	1,0 ± 0* [1]	0,14 ± 0,24 [0–1]	0	0

Данные представлены в виде среднего значения (верхняя строка), интерквартильного размаха – дисперсии выраженной степени признака (в квадратных скобках вторая строка) и доли каждого балла признака (третья 0–1 балл и четвертая 2–3 балла строки).

* $p < 0,05$ – достоверность различия показателя разреза 4 типа по сравнению с остальными исследуемыми типами.

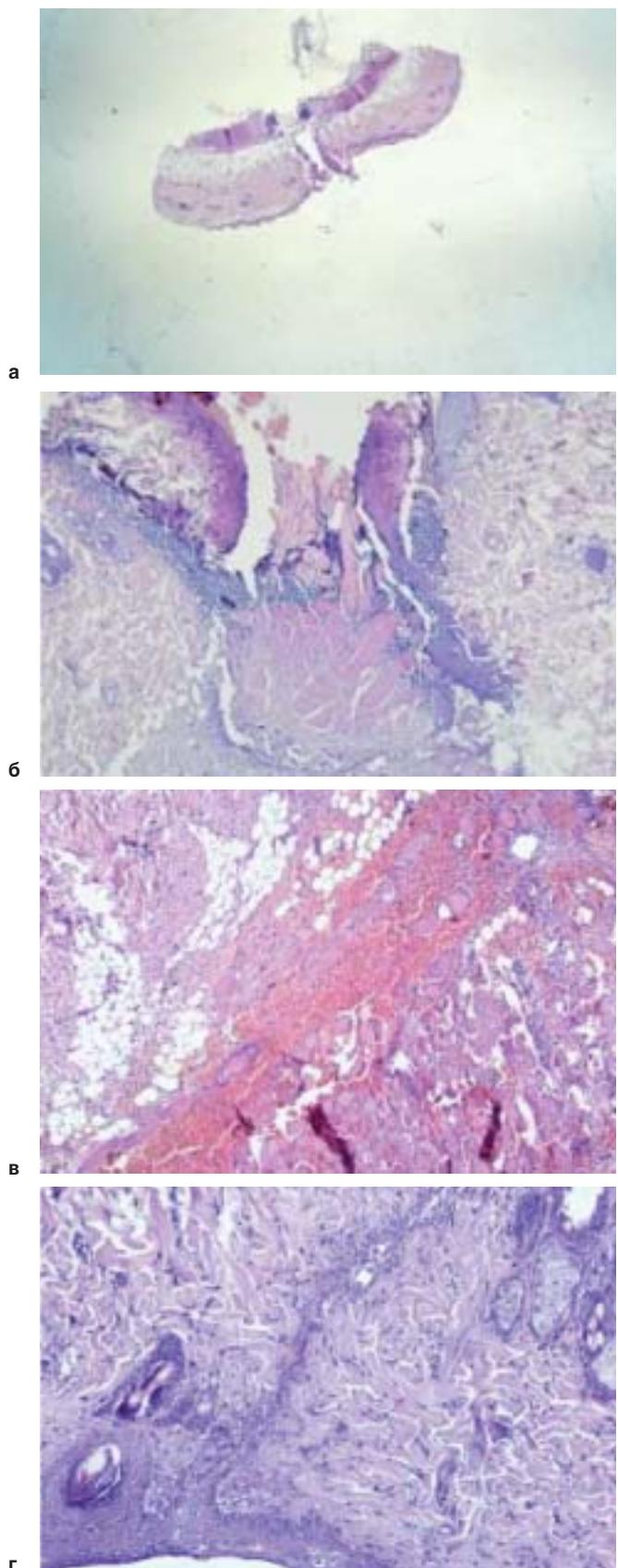


Рис. 1. Микроскопия гистологических срезов в первые сутки после операции (окраска гематоксилином и эозином) 4-х типов кожных ран у одного и того же животного: а – разрез 1 типа (незначительное кровоизлияние), б – разрез 2 типа (выраженное кровоизлияние), в – разрез 3 типа (выраженная лейкоцитарная инфильтрация), г – разрез 4 типа (минимальная травматичность раны).

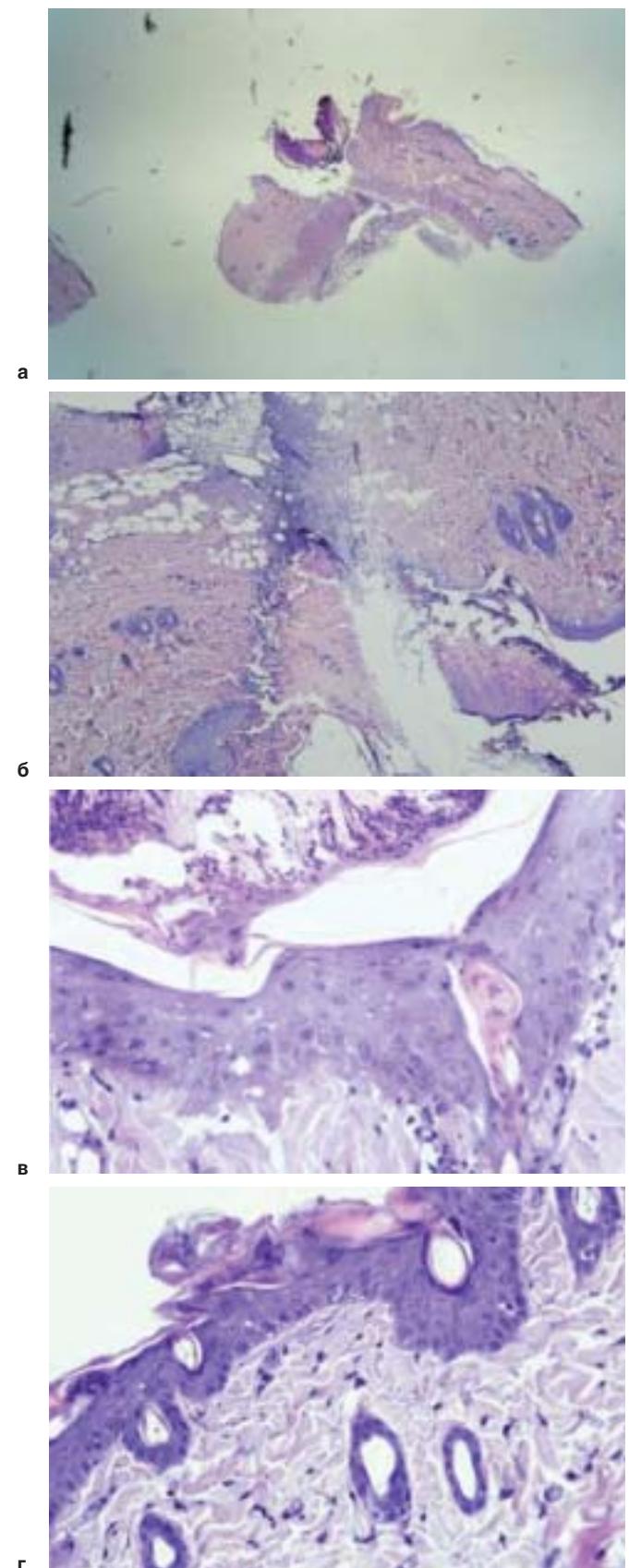


Рис. 2. Микроскопия гистологических срезов на 3-и сутки после операции (окраска гематоксилином и эозином) 3-х типов кожных ран: а – разрез 2 типа (признаки воспаления с наличием лейкоцитарной инфильтрации и сгустка крови), б – разрез 3 типа (признаки воспаления с наличием лейкоцитарной инфильтрации и сгустка крови), в – разрез 4 типа (восстановление эпителиальной ткани под струпом происходит быстрее), г – разрез 4 типа (полная репарация).

Таблица 2. Оценка характера и скорости заживления кожных ран на 3-и сутки эксперимента при использовании радиочастотных режущих устройств и металлического скальпеля

Тип ножа	Сгусток	Некроз	Кровоизлияние	Лейкоцитарный инфильтрат	Неоангиогенез	Грануляции	Эпителизация
1 тип Скальпель Балл: 0; 1; 2; 3	1,86 ± 0,24 [1–2]	1,71 ± 0,41 [1–2]	0	2,14 ± 0,49 [1–3]	0,43 ± 0,49 [0–1]	0,14 ± 0,24 [0–1]	0,29 ± 0,4 [0–1]
2 тип Radiosurg 2200 m Балл: 0; 1; 2; 3	2,57 ± 0,49 [2–3]	2,57 ± 0,49 [2–3]	0	2,71 ± 0,41 [2–3]	0,14 ± 0,24 [0–1]	0	0,14 ± 0,24 [0–1]
3 тип Фотек E80 Балл: 0; 1; 2; 3	3 ± 0 [3]	3 ± 0 [3]	0,86 ± 0,49 [0–2]	2,71 ± 0,41 [2–3]	0,71 ± 0,41 [0–1]	0	0,14 ± 0,24 [0–1]
4 тип Сургитрон EMC Балл: 0; 1; 2; 3	0,43 ± 0,49* [0–1]	0,29 ± 0,41* [0–1]	0	1,57 ± 0,49* [1–2]	1,57 ± 0,49* [1–2]	1,57 ± 0,49* [1–2]	2,0 ± 0,86* [1–3]
	струп 30%						

Данные представлены в виде среднего значения (верхняя строка), интерквартильного размаха – девиации выраженности признака (в квадратных скобках вторая строка) и доли каждого балла признака (третья 0–1 балл и четвертая 2–3 балла строки).

* $p < 0,05$ – достоверность различия показателя разреза 4 типа по сравнению с остальными исследуемыми типами.

Таблица 3. Оценка характера и скорости заживления кожных ран на 7-е сутки эксперимента при использовании радиочастотных режущих устройств и металлического скальпеля

№ типа ножа	Сгусток	Некроз	Кровоизлияние	Лейкоцитарный инфильтрат	Неоангиогенез	Грануляции	Эпителизация
1 тип Скальпель	Струп 86%	0,14 ± 0,24 [0–1]	0,86 ± 0,24 [0–1]	1,86 ± 0,24 [1–2]	2 ± 0 [2]	2 ± 0 [2]	1,86 ± 0,2 [1–2]
2 тип Radiosurg 2200 m	Струп 100%	0,14 ± 0,24 [0–1]	0	0,86 ± 0,49 [0–2]	2 ± 0 [2]	2 ± 0 [2]	2,29 ± 0,2 [2–3]
3 тип Фотек E80	Струп 86% [0–1]	0,29 ± 0,41 [0–1]	0,29 ± 0,41 [0–1]	2,29 ± 0,24 [2–3]	1,86 ± 0,24 [1–2]	1,86 ± 0,2 [1–2]	2 ± 0 [2]
4 тип Сургитрон EMC	Струп 57%	0	0	1 ± 0* [1]	1 ± 0* [1]	1 ± 0* [1]	3,0 ± 0* [3]
	Зрелая 29%						

Данные представлены в виде среднего значения (верхняя строка), интерквартильного размаха – девиации выраженности признака (в квадратных скобках вторая строка).

* $p < 0,05$ – достоверность различия показателя разреза 4 типа по сравнению с остальными исследуемыми типами.

формируется рубец с малым количеством клеточных элементов и сосудов. Однако у части животных с ранами, нанесенными ножами 1, 2 и 3 типов, сохранялись неполная репарация кожных покровов ран и признаки воспаления (рис. 3 а, б, в). Показатели заживления раны, нанесенной ножом 2 типа, были недостоверно лучше по сравнению с 1 и 3 типами. При применении радиоволны 3,8–4,0 МГц (4 тип ножа) к 7-м суткам рана заживала с полной эпителизацией поверхности и репарацией подлежащей дермы без формирования грубого рубца (табл. 3, рис. 3 г).

При анализе глубины некроза тканей в ране на 1-е, 3-и и 7-е сутки эксперимента, характеризующей степень ее повреждения при выполнении разреза, выявлено, что глубина некроза в ране различалась клинически и морфологически при применении традиционного скальпеля и различных типов радиохирургических ножей. Наиболее грубой глубина некроза была при использовании хирургического скальпеля (рис. 4).

В отличие от механического скальпеля при применении радиохирургического метода разрез делается без давления или иного мануального воздействия на ткани и не сопровождается механическим разрушением клеток и некрозом окружающих слоев. Механическая и термическая травма тканей при применении радиохирургических приборов минимальна. Однако статистически достоверно меньшая глубина

некроза зарегистрирована при использовании аппарата Сургитрон EMC с частотой 3,8–4,0 МГц на всех исследуемых точках ($p < 0,05$) и к 7-м суткам эксперимента рана, нанесенная этим типом ножа, эпителизировалась. У животных с ранами, нанесенными радионожами 2 и 3 типов, различия глубины некроза в ране на 1–3 сутки были статистически недостоверны ($p > 0,05$) и не отличались от ран, нанесенных обычным хирургическим скальпелем; полной эпителизации ран к 7-м суткам не наступило. Возможно, это связано с различной рабочей частотой используемых приборов. По данным исследования W.L.Mannes, при постоянной форме волны и выходной мощности каждого прибора уменьшение рабочей частоты вызывает увеличение степени деформации ткани [9]. Это обусловлено вероятнее всего разной степенью повышения температуры тканей в зависимости от используемой частоты.

Максимальное повреждение ткани и максимальная глубина некроза возникают при использовании наименьших рабочих частот радиохирургических ножей 2 и 3 типа (Radiosurg 2200 m, рабочая частота 2,2 МГц, и Фотек E80, рабочая частота 2,64 МГц). Наиболее ярко это проявилось в первые трое суток исследования на уровне эпидермиса и дермы, когда глубина некроза тканей составляла 70–80 мкм. Достоверной разницы в степени глубины некроза при использовании этих приборов выявлено не

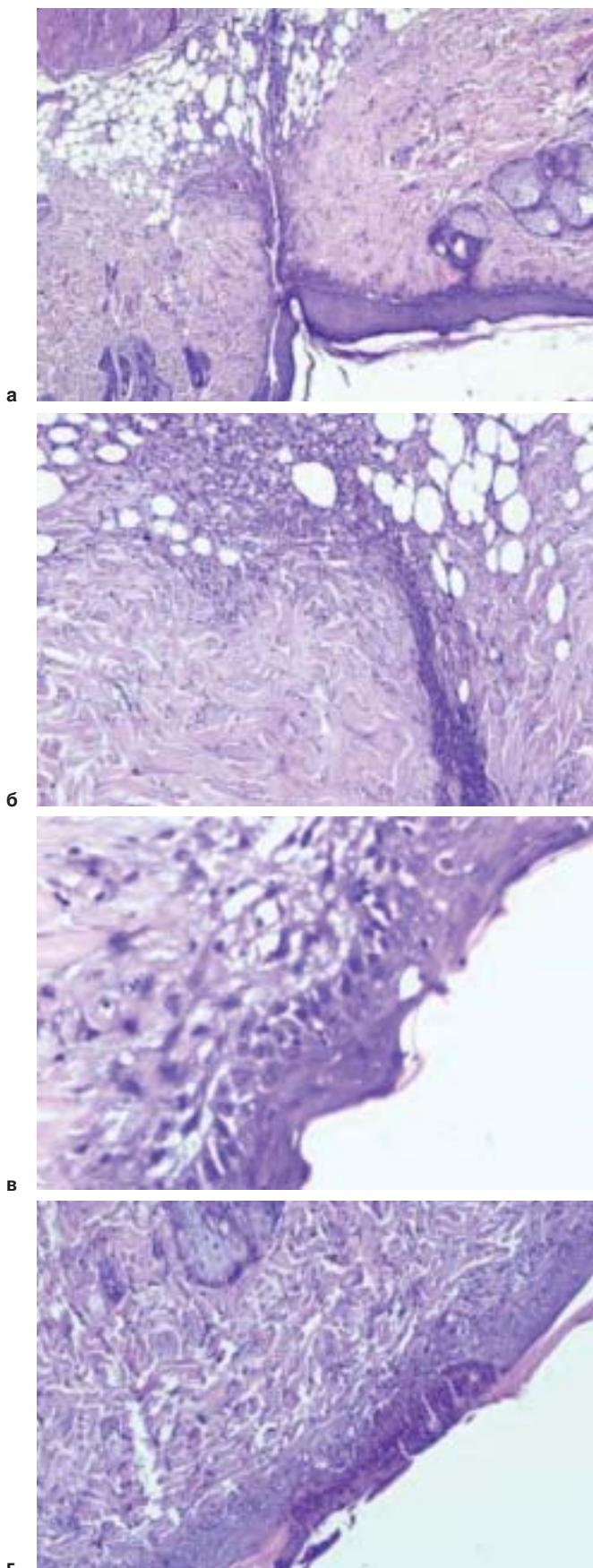


Рис. 3. Микроскопия гистологических срезов на 7-е сутки после операции (окраска гемотоксилином и эозином) 4-х типов ран: а – разрез 1 типа (неполная репарация), б – разрез 2 типа (неполная репарация), в – разрез 3 типа (неполная репарация), г – разрез 4 типа (полная репарация).

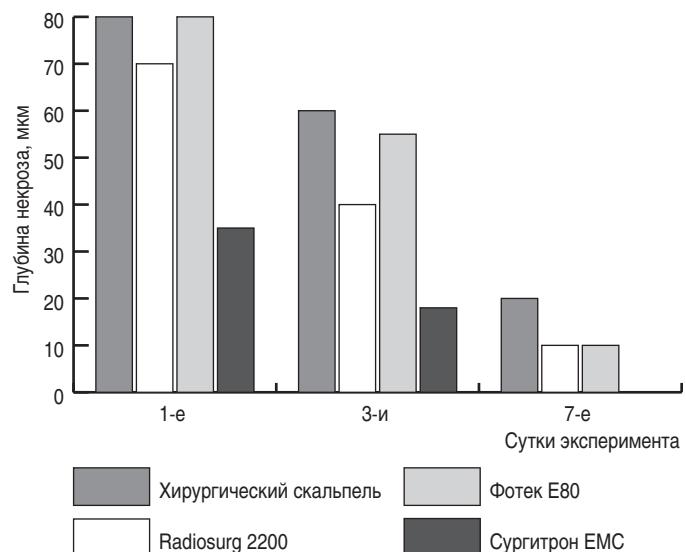


Рис. 4. Глубина некроза в ране на 1-е, 3-и и 7-е сутки эксперимента у животных с различными типами ран.

было ($p > 0,05$). В то же время при использовании прибора 4 типа (Сургитрон EMC, рабочая частота 3,8–4,0 МГц) глубина некроза была минимальна и на 1-е сутки составила в среднем 35 мкм, на 3-и сутки 18 мкм и полностью регрессировала к 7-м суткам.

Заключение

Проведенное исследование показало, что у животных с ранами, нанесенными радионожом Сургитрон EMC, рабочая частота 3,8–4,0 МГц, имелись статистически достоверные отличия как в сроках, так и в механизмах заживления раны. Отличия заключаются в меньшем повреждении тканей, прилегающих к краям дефекта, менее выраженной сосудистой реакцией, отличавшейся лишь полнокровием сосудов и, как следствие, нежным сгустком крови в ране или его отсутствием уже в 1-е сутки регенерации. Менее выраженное повреждение тканей, безусловно, является благоприятным фактором, поскольку длительность заживления и размеры послеоперационного рубца напрямую коррелируют с размерами раны (в нашем исследовании все модели ран были одинаковых размеров). Отсутствие кровяного сгустка в ране потенциально предохраняет от вторичной инфекции, а наиболее раннее появление струпа способствует более быстрой регенерации.

Раны, нанесенные аппаратом Сургитрон EMC, имели достоверно меньшие сроки заживления. Кроме того, в этих ранах зарегистрированы более активные и опережающие по срокам процессы неоангиогенеза и рост грануляционной ткани (уже к 3-м суткам). Выявлено, что процессы образования большого количества сосудов по краям раны после радиохирургического воздействия прямо коррелируют с процессами эпителизации. Это соответствует утверждению авторов, что вследствие образования большого количества сосудов по краям раны после радиохирургического воздействия создаются оптимальные условия для ее эпителизации [9], что сокращает сроки заживления послеоперационной раны. Рана заживает путем реституции без образования выраженного рубца. К 7-м суткам раны, нанесенные с часто-

той 3,8–4,0 МГц, фактически зажили. В ранах, нанесенных скальпелем, а также радионожами с частотой 2,2 МГц и 2,64 МГц, к 7-м суткам эксперимента еще имелась стадия грануляции и началась эпителизация.

Механизмы заживления раны также отличались. Если в ранах, нанесенных металлическим скальпелем и радионожами Radiosurg 2200 m (рабочая частота 2,2 МГц) и Фотек E80 (рабочая частота 2,64 МГц), заживление шло с формированием рубца путем субституции (неполная репарация), то в ранах, нанесенных радионожом Сургитрон EMC (рабочая частота 3,8–4,0 МГц), – путем реституции (полная репарация) без образования рубца.

Таким образом, проведенное исследование показало преимущество радиохирургического ножа типа 4 (Сургитрон EMC, рабочая частота 3,8–4,0 МГц, Ellman International, Inc., США) по сравнению с традиционным скальпелем и другими радиохирургическими ножами, заключающееся в следующем: отсутствие кровяного сгустка в ране после разреза; минимальный некроз операционной раны и прилежащих тканей; отсутствие лейкоцитарной инфильтрации в ране и, как следствие, снижение риска развития воспаления; ранняя (с 3-х суток) репарация и эпителизация тканей; заживление раны без образования рубца.

Литература

1. Галлингер Ю.И. Оперативная эндоскопия желудочно-кишечного тракта. – М.,1984.– 192 с.
2. Иншаков Л.Н., Хурцилава О.Г., Кузьмин-Крутецкий М.И., Зубовский Ю.Ю. Возможности оперативной эндоскопии желудочно-кишечного тракта.- С-Пб., 1996.– С.85–93.
3. Лапкин К.Б. Первый опыт применения аппарата Сургитрон в хирургии органов билиопанкреатодуоденальной зоны. Актуальные вопросы хирургической патологии. – Томск, 1997.– С.159.
4. Машкин А.М., Хойрыш А.А., Ефанов А.Е., Федомеева Н.Н. Применение эндоскопической аргонплазменной коагуляции в лечении больных с острыми

- желудочно-кишечными кровотечениями различной этиологии. Пособие для врачей. – Екатеринбург: Фотек, 2007. – 40 с.
5. Панцырев Ю.М., Галлингер Ю.И. Способы эндоскопического удаления полипов желудка. – М.: Советская медицина, 1976.– №2. – С.111–116.
 6. Савельев В.С., Исаков Ю.Ф., Лопаткин Н.А. и соавт. Руководство по клинической эндоскопии. – М.: Медицина, 1985. – 544 с.
 7. Харченко В.П., Синев Ю.В., Бакулов Н.В. и соавт. Сравнительная оценка физических методов эндоскопического гемостаза при остановке язвенных гастродуоденальных кровотечений // Эндоскоп. хир. – 2003. – №4. – С.32–35.
 8. Pollack S.V. Electrosurgery of the skin. – New York, 1991. – 342c.
 9. Mannes W.L., Roeber F.W., Clark R.E. et al. Histological evalution of electro-surgery with varying frequency and waveform // Plast.Surg. – 1978. – V.40(1). – P.304–308.
 10. Olivar A.C. et.al // Ann.Clin.Lab.– Sci. – 1999. Oct-Dec.– V.29(4). – P.281–285.
 11. Brown J.S. Minor surgery. – New York, 1997. – 254 с.

Информация об авторах:

Смирнова Галина Олеговна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии №1 лечебного факультета Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова Адрес: 111734, Москва, ул. Вешняковская, 23
Телефон: (495) 375-1811
E-mail: katerina@hospital15.com

Мантурова Наталья Евгеньевна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой пластической, реконструктивной хирургии, косметологии и клеточных технологий ФУВ Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова Адрес: 121352, Москва, ул. Староволынская, 10
Телефон: (495) 781-8555

Хомякова Евгения Николаевна, ординатор кафедры госпитальной хирургии №1 лечебного факультета Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова Адрес: 111734, Москва, ул. Вешняковская, 23
Телефон: (495) 375-1811

Поливода Михаил Дмитриевич, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела экспериментальной хирургии НИИ ФГБИ Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова Адрес: 117997, Москва, ул. Островитянова, 1
Телефон: (495) 434-1192

Коган Евгения Альдаровна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая патолого-анатомическим отделением Научного центра акушерства, гинекологии и перинатологии им. В.И.Кулакова Адрес: 117997, Москва, ул. Ак. Опарина, 6
Телефон: (495) 434-8189