

<https://doi.org/10.33878/2073-7556-2025-24-4-106-119>



Проспективное одноцентровое наблюдательное исследование энергетических устройств в колоректальной хирургии

(перевод статьи «A Prospective Single Centre Observational Study on Energy Devices in Colorectal Surgery»)

Joanna Sanderwale, Annappa Kudva, Jithin A. Jacob

Kasturba Medical college, MAHE, Manipal, Karnataka, India

(перевод — Москалев А.И.)

РЕЗЮМЕ

ЦЕЛЬ: оценить применение ультразвукового скальпеля и электрокоагуляции в колоректальной хирургии для принятия обоснованных решений и разработки наилучших методов.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ: проспективное наблюдательное исследование в центре третьего уровня медицинской помощи (19.12.2022–30.09.2024). Данные собраны и проанализированы с помощью SPSS 23. Исследование одобрено (IEC2:474/2022) и зарегистрировано (CTRI/2022/12/048254).

РЕЗУЛЬТАТЫ: группы сопоставимы по исходным характеристикам. Не выявлено значимых различий в продолжительности операции, интраоперационным кровотечениям, отделяемое по дренажу (48 ч) и койко-дню между группами.

ВЫВОД: ультразвуковой скальпель и электрокоагуляция являются ценными инструментами для диссекции и гемостаза в колоректальной хирургии, что критически важно для эффективных и безопасных малоинвазивных подходов. Необходимо оценить отдаленные результаты.

KEYWORDS: harmonic, electrosurgery, colorectal, monopolar

Дата поступления — 04.08.2025

Received — 04.08.2025

После доработки — 01.09.2025

Revised — 01.09.2025

Принято к публикации — 10.11.2025

Accepted for publication — 10.11.2025

ВВЕДЕНИЕ

Понимание анатомии и эмбриологии толстой кишки необходимо для понимания патофизиологии её различных заболеваний и проведения хирургических вмешательств. Колоректальные операции часто требуют резекции участков толстой кишки и создания анастомоза для восстановления непрерывности кишечника. Выбор между лапароскопическим и традиционным хирургическим подходами зависит от множества факторов, включая опыт хирурга и особенностей пациента.

Достижения в хирургической технике, в частности, использование энергетических устройств, произвели революцию в колоректальной хирургии. Электрохирургия, использующая высокочастотный электрический ток, и ультразвуковые устройства, использующие механическую энергию, обеспечивают точное рассечение тканей и эффективный гемостаз. Монополярная и биполярная электрокоагуляция, а также такие передовые системы, как система радиочастотной герметизации сосудов и ультразвуковой скальпель, повысили безопасность и эффективность

хирургических вмешательств. Эти устройства обладают явными преимуществами в области рассечения тканей и гемостаза, что критически важно для минимизации интраоперационной кровопотери и снижения послеоперационных осложнений.

Ультразвуковой скальпель использует ультразвуковую энергию для одновременного разреза и коагуляции тканей, обеспечивая уникальное сочетание механической и тепловой энергии, что обеспечивает точную обработку тканей с минимальным латеральным термическим повреждением. В отличие от этого, электрокоагуляция, которая может использоваться в монополярном или биполярном режимах, использует высокочастотные электрические токи для рассечения тканей и гемостаза посредством контролируемого термического воздействия. Обе технологии стали неотъемлемой частью современной хирургической практики, однако их сравнительная эффективность и безопасность в колоректальной хирургии остаются предметом активных исследований.

Цель данного наблюдательного исследования — оценить применение ультразвукового скальпеля и электрокоагулятора в колоректальной хирургии,

уделяя особое внимание различным интраоперационным и послеоперационным параметрам. Изучая такие факторы, как продолжительность операции, кровопотеря, частота осложнений и общие результаты лечения пациентов, исследование стремится дать всестороннюю оценку применения этих энергетических устройств в клинической практике. С помощью этого анализа исследование намерено предоставить ценную информацию о преимуществах и ограничениях каждого устройства, тем самым информируя о принятии хирургических решений и потенциально направляя разработку передовых методов в колоректальной хирургии.

В последнее время было проведено множество проспективных исследований для оценки результатов операций с использованием различных энергетических устройств. Краткосрочные результаты применения радиочастотного и ультразвукового скальпеля, оказались лучше, чем при традиционной электрохирургии. Некоторые авторы обнаружили, что использование радиочастотного скальпеля во время лапароскопической колоректальной резекции приводит к сокращению времени операции и снижению кровопотери по сравнению с использованием ультразвуковых коагулирующих ножниц (UCS). В отличие от этого, недавнее исследование показало, что во время лапароскопической колоректальной хирургии не наблюдалось существенных различий в краткосрочных результатах между UCS и радиочастотным скальпелем. В конечном счёте, выбор используемого устройства должен основываться на предпочтениях хирурга [1].

В исследовании, проведённом Кампаньяччи и соавт. в 2007 году (Италия), сравнивались электротермическая биполярная герметизация сосудов (ЭБВС) и UCS при лапароскопических колэктомиях. Были выполнены правосторонняя гемиколэктомия, левосторонняя гемиколэктомия и низкая передняя резекция. Статистически значимых различий в средней продолжительности операции или средней продолжительности послеоперационного пребывания между двумя группами не наблюдалось. Однако наблюдались различия в средней кровопотере после каждой операции в двух группах [1,2].

В исследовании, проведённом Такадой и соавт. в 2005 году (Япония), было включено 30 пациентов, перенёвших резекцию поперечной ободочной кишки и сигмоидэктомию лапароскопическим методом по поводу злокачественных новообразований. Во время операции использовались либо радиочастотный скальпель (EBVS), либо ультразвуковой скальпель (UCS). Эти устройства использовались для диссекции брыжейки ободочной кишки. После обоих хирургических вмешательств повторное кровотечение было

значительно снижено в группе, в которой использовался EBVS, по сравнению с группой, в которой использовался UCS. При использовании EBVS во время любой из операций время, необходимое для диссекции брыжейки ободочной кишки, также значительно сокращалось [2,3].

Эти результаты были связаны со статистически значимым снижением кровопотери во время операции. В группе, применявшей традиционный метод, наблюдался более высокий уровень перехода на другие методы. Не было выявлено существенных различий в непосредственных результатах, таких как заболеваемость, смертность и продолжительность пребывания в стационаре. Анализ затрат был схожим для трех групп [2,4].

Подводя итог, можно сказать, что данное исследование направлено на расширение базы знаний.

ЦЕЛЬ

- Оценить результаты применения различных источников энергии, таких как ультразвуковой скальпель и электрокоагуляция, при колоректальных операциях.
- Оценить продолжительность операции, интраоперационную кровопотерю, отделяемое по дренажу и койко-день.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В настоящее проспективное одноцентровое наблюдательное исследование, проведенное в отделении общей хирургии (с 19.12.2022 по 30.09.2024) было включено 68 пациентов. Для участия в исследовании было запрошено одобрение местного этического комитета, и пациенты были отобраны в соответствии с критериями включения и исключения. Пациентам был предоставлен информационный лист участника и получено информированное согласие. Данные собирались с использованием профформы.

В исследование были включены пациенты старше 18 лет, перенесшие плановые колоректальные операции по поводу различных доброкачественных и злокачественных заболеваний. Операции проводились как открытым, так и лапароскопическим доступом. Результаты оценивались по следующим параметрам:

- Время операции в минутах (время от разреза кожи до ушивания раны).
- Интраоперационная кровопотеря в миллилитрах (марлевые салфетки + объём аспиратора).
- Объём послеоперационного дренажа в течение первых 48 часов в миллилитрах.

Таблица 1. Характеристика оперативных вмешательств**Table 1.** Distribution of operative variables among the two groups in the study

Показатели		Применяемое устройство			
		Электрокоагуляция		УЗ-скальпель	
		n	%	n	%
Оперативный доступ	Открытый	11	35,5%	18	48,6%
	Лапароскопический	20	64,5%	19	51,4%
Разрезы / порты	4 порта + минилапаротомия	1	3,2%	1	2,7%
	5 портов	6	19,4%	2	5,4%
	5 портов + минилапаротомия	13	41,9%	16	43,2%
	Срединная лапаротомия	11	35,5%	18	48,6%
Операция	Передняя резекция	17	54,8%	14	37,8%
	Правосторонняя гемиколэктомия	12	38,7%	17	45,9%
	Сигмоидэктомия	2	6,5%	3	8,1%
	Левосторонняя гемиколэктомия	0	0,0%	3	8,1%
Тип анастомоза	Конец-в-конец	18	58,1%	17	45,9%
	Бок-в-бок	13	41,9%	20	54,1%
Способ формирования анастомоза	Ручной	7	22,6%	9	24,3%
	Сшивающий аппарат	24	77,4%	28	75,7%
Ушивание кожи	Степлер	27	87,1%	25	67,6%
	Ручное	4	12,9%	12	32,4%
Стом	Да	3	9,7%	6	16,2%
	Нет	28	90,3%	31	83,8%

- Койко-день.

Собранные данные были введены в таблицу Excel и проанализированы с помощью SPSS версии 23. Категориальные данные были обобщены по частоте и процентам. Количественные данные были обобщены по среднему значению и стандартному отклонению. Сравнение категориальных данных между группами проводилось с помощью критерия χ^2 и точного критерия Фишера. Для проверки достоверности различий между двумя группами (электрокоагуляция и ультразвуковой скальпель) по четырём переменным результата был использован U-критерий Манна–Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследовании 68 пациентов были разделены на группы электрокоагуляции (ЭК) и ультразвукового скальпеля (УЗС) в зависимости от используемого во время операции энергетического устройства. Группа ЭК состояла из 31 (45,6%) пациента, а группа УЗС — из 37 (54,4%).

Исходные характеристики обеих групп были сопоставимы. В исследовании приняли участие 41 (60,3%) мужчина и 27 (39,7%) женщин. Средний возраст пациентов составил $59,8 \pm 14,6$ лет. Большинство пациентов находились в возрастной группе 61–70 лет (30,9%). Наиболее частой жалобой была боль в животе (44,1%), затем — ректальное кровотечение (30,9%). Среди сопутствующих заболеваний

у пациентов чаще всего встречались сахарный диабет и гипертония.

Характеристики хирургического вмешательства в обеих группах были схожими, как показано в таблице 1. В 29 (42,6%) случаях хирургический доступ был открытым, в 39 (57,6%) — лапароскопическим. При открытых операциях наиболее часто использовался срединный вертикальный разрез. При лапароскопических операциях у большинства пациентов применялся гибридный доступ с тремя-пятью портами в сочетании с мини-лапаротомным разрезом.

В исследование были включены такие колоректальные операции, как правосторонняя гемиколэктомия (ПГ), левосторонняя гемиколэктомия (ЛГ), сигмоидэктомия (СЭ) и передняя резекция (ПР). Среди них у 31 (45,6%) была выполнена ПР, что было наиболее часто выполняемой процедурой, за которой следует ПГ, которая составила 27 (39,7%).

После резекции был наложен анастомоз между проксимальным и дистальным концами кишки. У 35 (51,5%) пациентов анастомоз был выполнен по типу «конец-в-конец», у 33 (48,5%) — по типу «бок-в-бок». Техника анастомоза была использована либо вручную у 16 (23,5%) пациентов, либо с помощью степлера у 52 (76,5%). Среди лапароскопических операций 28 (71,8%) анастомозов были выполнены экстракорпорально, а 11 (28,2%) — интракорпорально. Ушивание кожи проводилось с помощью скоб в 52 (76,5%) случаях и наложением швов в 16 (23,5%). В 9 (13,2%) случаях была сформирована

Таблица 2. Исходы хирургических вмешательств**Table 2.** Distribution of outcome variables among the two groups in the study (mean)

Показатель	Электрокоагуляция		УЗ-скальпель		Р
	среднее	±	среднее	±	
Время операции (минуты)	270,8	95,5	280,7	101,5	0,683
Интраоперационная кровопотеря (мл)	219,4	150,4	275,4	265,4	0,301
Отделяемое по дренажу (мл)	148,1	63,9	149,0	51,0	0,947
Койко-день	7,2	1,9	7,6	3,1	0,500
Койко-день в ПИТ	2,0	0,0	3,6	3,4	0,681
Гемоглобин	0,15	1,33	0,61	1,45	0,179

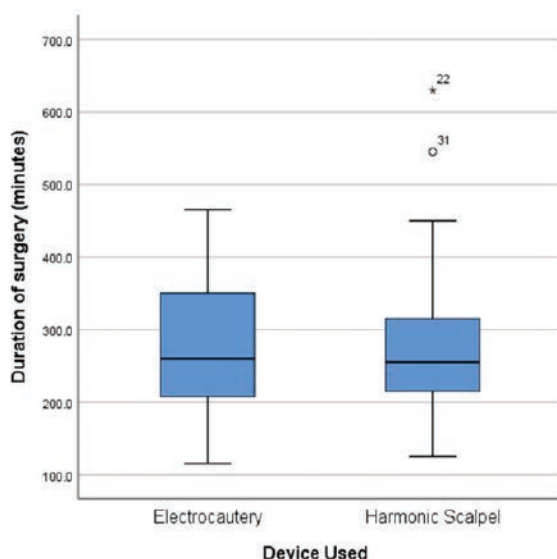
деривационная стома, все из которых представляли собой петлевые илеостомы.

Наиболее частым показанием к хирургическому вмешательству были злокачественные новообразования толстой и прямой кишки. Только 6 (8,8%) операций были выполнены по поводу доброкачественных заболеваний. Наиболее частой злокачественной гистопатологией была аденокарцинома, выявленная в 56 (82,4%) случаях. Среди других заболеваний были неходжкинская лимфома (диффузная В-крупноклеточная лимфома) и нейроэндокринная опухоль. Изучаемыми результатами были продолжительность операции (минуты), отток дренажа в течение первых 48 часов (мл), продолжительность пребывания в больнице (дни) и продолжительность пребывания в отделении интенсивной терапии (дни), как показано в таблице 2. Средняя продолжительность операции, как показано на рисунке 1, в группе ЕС составила $270,8 \pm 95,5$ минут, а в группе УС — $280,7 \pm 101,5$ минут. На рисунке 2 показано, что средняя кровопотеря в группе ЕС составила

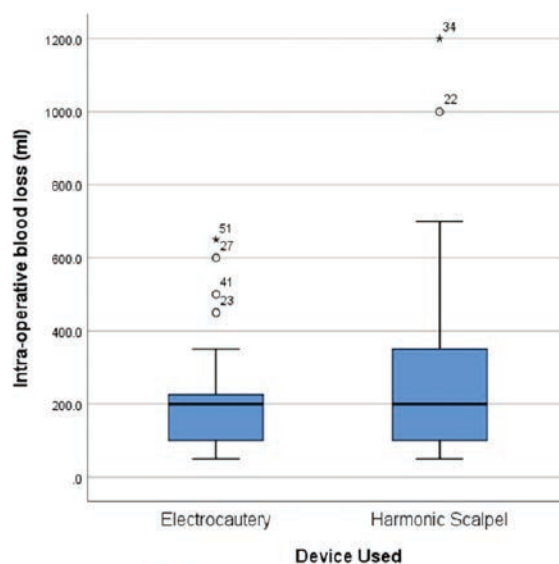
$219,4 \pm 150,4$ мл, а в группе УС — $275,4 \pm 265,4$ мл. Среднее значение оттока дренажа в течение первых 48 часов составило $148,1 \pm 63,9$ мл в группе ЕС. В группе США этот показатель составил 149 ± 51 мл, что аналогично представлено на рисунке 3. Средняя продолжительность пребывания в больнице в группе ЕС составила $7,2 \pm 1,9$ дня, а в группе США — $7,6 \pm 3,1$ дня, что аналогично представлено на рисунке 4. В нашем исследовании не было выявлено статистически значимой разницы между двумя группами по вышеуказанным параметрам.

ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 3 представлено сравнение нашего с другими аналогичными исследованиями, проведенными на национальном и международном уровне. В ней представлены изученные энергетические устройства и параметры результатов, наблюдавшиеся в каждой группе.



The *p*-value of 0.941 indicates that there is no statistically significant difference in the duration of surgery between the groups using electrocautery and the ultrasonic scalpel.

Рисунок 1. Время операции.

The *p*-value of 0.843 indicates that there is no statistically significant difference in the intra-operative blood loss between the groups using electrocautery and the ultrasonic scalpel.

Рисунок 2. Интраоперационная кровопотеря.

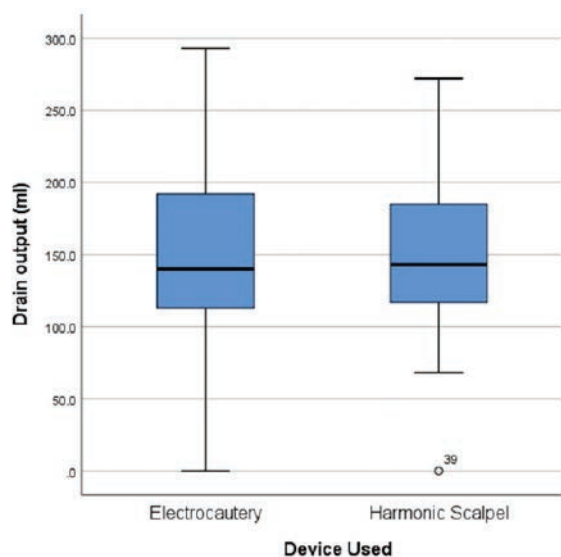
Таблица 3. Сравнение результатов исследований
Table 3. Comparison of similar studies

Исследование	Kalari et al. RCT		Sista et al. RCT		Rimonda et al. RCT		Current study	
Время исследования	Pune 2022		Italy 2013		Italy 2009		2022	
Выборка	50		211		140		68	
Операция	ПГ, ЛГ, ПР, БПЭ		ПГ		Лапароскопическая ПГ, ЛГ, ПР		ПГ, ЛГ, ПР, СЭ	
Энергетическое устройство	Bipolar (25)	Ultrasonic scalpel (25)	NUS (108)	CH (103)	Ultracision (70)	LigaSure (70)	EC (31)	US (37)
Время операции (минуты)	175.6 ± 27.4	137 ± 26.7	103 ± 21	131 ± 27	114.8 ± 47.6	116.3 ± 44.0	270.8 ± 95.5	280.7 ± 101.5
Интраоперационная кровопотеря (мл)	271.8 ± 80.6	184 ± 68.1	NA	NA	107.9 ± 42.0	111.2 ± 51.5	219.4 ± 150.4	275.4 ± 265.4
Койко-день	12.3 ± 2.6	9.7 ± 2.2	8	11	7.4 ± 2.2	6.9 ± 3.3	7.2 ± 1.9	7.6 ± 3.1
Отделяемое по дренажу (мл)	NA	NA	D1:125 ± 40 D2:70 ± 30	D1:155 ± 50 D2:110 ± 35	NA	NA	148.7 ± 63.9	149 ± 51

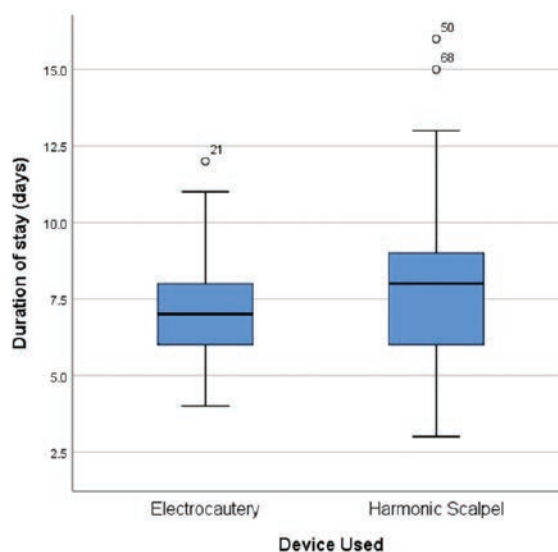
Исследования, проведенные Калари и соавт. и Римондой и соавт., включали тот же спектр операций. В исследовании Калари и соавт. наиболее распространенной процедурой была ПР, что аналогично нашему исследованию [5,7]. Систа и соавт. включали только пациентов, перенесших ПГ, поскольку хирургические этапы позволяли сравнивать энергетические устройства с точки зрения их способности резать, коагулировать и скорости диссекции тканей [5]. В нашем исследовании оперативные вмешательства выполнялись несколькими хирургами с разным уровнем опыта. В исследованиях, проведенных Систа и соавт. и Римондой и соавт., хирургические операции были стандартизированы и выполнялись назначенными хирургами [5,6].

Исследование Калари и соавт. включало пациентов с доказанным злокачественным новообразованием толстой и прямой кишки, тогда как исследование Систа и соавт. включало пациентов только с опухолью правой половины толстой кишки. Операция проводилась в соответствии с онкологическими принципами. Это обеспечивало единообразие техники проведения процедуры. Калари и соавт. также включали двухлетний период наблюдения для выявления рецидива. В наше исследование были включены доброкачественные и злокачественные заболевания толстой кишки, длительное наблюдение не проводилось [6,7].

В исследованиях Римонды и соавт., а также Калари и соавт. не учитывался объем отделяемого



The p -value of 0.887 shows that there is no significant difference in drain output between the groups.



The p -value of 0.606 suggests that the length of hospital stay does not significantly differ between the groups.

Рисунок 3. Количество отделяемого по дренажу.

Рисунок 4. Послеоперационный койко-день.

по дренажу. Кровопотеря не учитывалась в исследовании Систы и соавт.

Исследование, проведенное Систой и соавт. в Италии в 2013 году, с выборкой 211 человек представляло собой проспективное рандомизированное контролируемое двойное слепое исследование. В исследовании были включены пациенты, перенесшие гемиколэктомию — открытую операцию по поводу рака правой половины ободочной кишки (рак слепой кишки, восходящей ободочной кишки, печёночного изгиба или поперечной ободочной кишки). В этом исследовании сравнивались результаты применения нового ультразвукового скальпеля (NUS) и традиционного гемостаза (ТГ) [5]. NUS относится к новому ультразвуковому наконечнику (NUS; FOCUS Long CurvedShears, EthiconEndo-Surgery Inc., Цинциннати, Огайо, США) с наконечником менее 5 мм, который доступен с 2009 года [5].

Эти пациенты были рандомизированы на две группы в зависимости от используемого энергетического устройства. Группа NUS включала 108 пациентов, а группа ТГ — 103 пациента. Группа из четырех хирургов-консультантов, прошедших подготовку по резекции колоректального рака, проводила все хирургические операции в условиях открытой хирургии. Две хирургические группы сравнивали по возрасту пациентов (средний возраст 64 года) и полу (113 мужчин, 98 женщин), размеру опухоли, ее локализации, гистотипу и местной инвазивности, оцениваемой по стадии Американского объединенного онкологического комитета [5].

Исследуемые параметры включали: время операции, объем отделяемого по дренажу (первые 1–3 дня после операции), койко-день и осложнения в качестве основных результатов; Сывороточный альбумин на 1, 2, 3, 6-й послеоперационные дни и С-реактивный белок (СРБ) на 1, 2, 3, 6-й послеоперационные дни в качестве вторичных показателей. Концентрация сывороточного альбумина после операции измерялась для выявления истощения белка вследствие лимфореи. Концентрация СРБ использовалась в качестве индикатора воспаления, которое часто служит косвенной причиной гипоальбуминемии [5].

Было отмечено, что использование НУС привело к сокращению времени операции, объема послеоперационного дренажа и общей продолжительности пребывания в больнице. Все эти различия были статистически значимыми между двумя группами. Также было отмечено значительное снижение уровня альбумина на 1, 2, 3-й послеоперационные дни в группе ГК по сравнению с группой НУС [5].

Подводя итог, можно сказать, что НУС является полезным инструментом в хирургии толстой кишки, поскольку он упрощает операцию, сокращает её время,

кровопотерю, лимфорею, а также обеспечивает поддержание адекватного запаса белка. В результате пациенты восстанавливаются быстрее, а осложнения возникают реже [5].

Другое аналогичное исследование было проведено Римондой и соавт. в Италии в 2009 году. Это было проспективное рандомизированное контролируемое двойное слепое исследование с размером выборки 140 пациентов (по 70 в каждой группе). В исследовании были включены пациенты, перенесшие лапароскопическую ПГ, ЛГ и ПР. Сравнивалось использование ультразвукового скальпеля и радиочастотного скальпеля для лигирования сосудов. Первичной конечной точкой исследования было интраоперационное снижение кровопотери. Вторичными конечными точками были интра- и послеоперационные осложнения и время операции [6].

Выполняемые операции были стандартизированы до протокола. Операции в рамках исследования выполняли два опытных хирурга, каждый из которых имел опыт более 400 лапароскопических колоректальных операций [6].

Общая интраоперационная кровопотеря и время операции были сопоставимы в обеих группах. Общая частота послеоперационных осложнений составила 10,7%, что было сопоставимо в обеих группах. В этом исследовании сделан вывод об отсутствии существенных преимуществ использования радиочастотного скальпеля по сравнению с ультразвуковым скальпелем в лапароскопической колоректальной хирургии [6].

Общая интраоперационная кровопотеря и время операции были схожими в двух группах. Общая частота послеоперационных осложнений составила 10,7%, что было схожим в обеих группах. Это исследование привело к выводу, что не было существенного преимущества использования радиочастотного скальпеля по сравнению с ультразвуковым скальпелем в лапароскопической колоректальной хирургии [6].

Поскольку два устройства имеют разные характеристики, их сходство не влияет на эквивалентность результатов. Хотя радиочастотный скальпель обладает превосходной гемостатической способностью, ультразвуковой скальпель помогает на этапе диссекции. Выбор энергетического устройства должен соответствовать индивидуальным предпочтениям [6].

Недавно Калари и соавт. провели аналогичное исследование в одной из больниц третьего уровня в Индии. Целью этого исследования было сравнение использования биполярной электрокоагуляции и ультразвуковых скальпелей в колоректальных операциях. В это исследование были включены пациенты

с доказанным колоректальным злокачественным новообразованием I и II стадий. Пятьдесят пациентов были разделены поровну на две группы методом блоковой рандомизации. В одной группе применялась биполярная электрокоагуляция, а во второй — ультразвуковой скальпель [7].

Выполненные хирургические процедуры включали ПГ, ЛГ, ПР и брюшно-промежностную экстирпацию (БПЭ) в зависимости от локализации, распространенности и стадии опухоли. Наблюдение за пациентами проводилось регулярно каждые три месяца. Наблюдение продолжалось до двух лет для выявления рецидивов и осложнений кишечной стомы [7]. Изучаемыми параметрами были средняя продолжительность операции, кровопотеря и продолжительность пребывания в стационаре. Группа с ультразвуковым скальпелем имела более низкую среднюю продолжительность операции, что статистически значимо. Средняя кровопотеря в группе с ультразвуковым скальпелем была статистически ниже, чем в группе с электрокоагуляцией. Продолжительность пребывания в стационаре в группе с электрокоагуляцией была более длительной, что статистически значимо [7].

В данном исследовании сделан вывод о том, что ультразвуковой скальпель является бесценным инструментом в колоректальной хирургии. С точки зрения времени операции, кровопотери и длительности пребывания в больнице ультразвуковой скальпель показал себя лучше, чем биполярная электрокоагуляция

во время операций по удалению колоректального рака.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статистически значимых различий в двух группах нет. Ультразвуковой скальпель, как и электрокоагулятор, являются ценными инструментами в колоректальной хирургии для рассечения тканей и гемостаза и незаменимы в операционной. Использование этих устройств сделало малоинвазивные подходы эффективными и безопасными при сложных колоректальных операциях. Долгосрочное влияние этих устройств на течение заболевания и его исходы ещё предстоит определить. Существуют новые энергетические устройства, сочетающие эти преимущества, но доказательства их превосходства ещё нет.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS (ORCID)

Joanna Sanderwale — Kasturba Medical college, MAHE, Manipal, Karnataka, India; ORCID 0009-0004-5583-2442
Annappa Kudva — Kasturba Medical college, MAHE, Manipal, Karnataka, India; ORCID 0009-0000-4946-6176
Dr. Jithin Abraham Jacob — working as Assistant professor in the Department of General Surgery at KMC, Manipal. Affiliated to an institute with high regard for research and publications, Kasturba Medical college, MAHE, Manipal, Karnataka, India; ORCID 0000-0002-7277-7295

REFERENCES

1. Hotta T, Takifuji K, Yokoyama S, Matsuda K, et al. Literature review of the energy sources for performing laparoscopic colorectal surgery. *World J Gastrointest Surg.* 2012 Jan 27;4(1):1–8. PMID: 22347536; PMCID: PMC3277876.
2. Campagnacci R, de Sanctis A, Baldarelli M, Rimini M, et al. Electrothermal bipolar vessel sealing device vs. ultrasonic coagulating shears in laparoscopic colectomies: a comparative study. *Surg Endosc.* 2007 Sep;21(9):1526–31. Epub 2007 Feb 8. PMID: 17287913.
3. Takada M, Ichihara T, Kuroda Y. Comparative study of electrothermal bipolar vessel sealer and ultrasonic coagulating shears in laparoscopic colectomy. *Surg Endosc.* 2005 Feb;19(2):226–8. Epub 2004 Dec 2. PMID: 15573241.
4. Targarona EM, Balague C, Marin J, et al. Energy sources for laparoscopic colectomy: a prospective randomized comparison of conventional electrosurgery, bipolar computer-controlled electrosurgery and ultrasonic dissection. Operative outcome and costs analysis. *Surg Innov.* 2005 Dec;12(4):339–44.
5. Sista F, Abruzzese V, Schietroma M, et al. New Ultrasonic Scalpel versus Conventional Hemostasis in Right Colon Surgery: A Prospective Randomized Controlled Clinical Trial. *Dig Surg.* 1 March 2014;30(4-6):355–361.
6. Rimonda R, Arezzo A, Garrone, et al. Electrothermal Bipolar Vessel Sealing System vs. Ultrasonic Scalpel in Colorectal Laparoscopic Surgery: A Prospective, Randomized Study. *Diseases of the Colon & Rectum.* 52(4):p 657–661, April 2009. |
7. Kalari P, Nirhale DS, Vajja R, Galam P. Comparison of Conventional Bipolar Electrocautery and Ultrasonic Scalpel in Colorectal Cancer Surgeries. *Cureus.* 2022 Mar 17;14(3):e23255. PMID: 35449609; PMCID: PMC9012577