

Ракитина Елена Николаевна, аспирант кафедры детской хирургии с курсом ДПО; тел.: 89624507653; e-mail: rakitina_1989@bk.ru

Скляр Константин Евгеньевич, кандидат медицинских наук, заведующий детским хирургическим отделением; тел.: 89039038652; e-mail: tpv1974@rambler.ru

Махлин Александр Михайлович, врач-детский хирург отделения плановой хирургии № 4; тел.: 875172924141; e-mail: makhlin2001@mail.ru

Емельянова Виктория Александровна, врач-неонатолог, анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации для новорожденных и недоношенных детей; тел.: 89292694933; e-mail: oria@yandex.ru; ORCID:0000-0002-9857-9174

Севковский Игорь Александрович, заведующий хирургическим отделением № 1; тел.: 875172923951; e-mail: igorsevskovskij@yandex.ru

© Коллектив авторов, 2019

УДК 616.34-003.7-002.4-089

DOI – <http://dx.doi.org/10.14300/mnnc.2019.14074>

ISSN – 2073-8137

ТОПИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ГРАНИЦ НЕКРОТИЗИРОВАННОГО СЕГМЕНТА ТОНКОЙ КИШКИ В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

В. А. Тараканов¹, С. В. Минаев², Е. Г. Колесников¹, К. Г. Коротков³,
В. Г. Абушкевич¹, А. Е. Стрюковский¹, Н. К. Барова¹

¹ Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

² Ставропольский государственный медицинский университет, Россия

³ Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Россия

TOPICAL DIAGNOSIS OF THE BOUNDARIES OF NECROTIC SEGMENT OF THE SMALL INTESTINE IN THE HIGH FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS

Tarakanov V. A.¹, Minaev S. V.², Kolesnikov E. G.¹, Korotkov K. G.³,
Abushkevich V. G.¹, Strukovskii A. E.¹, Barova N. K.¹

¹ Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

² Stavropol State Medical University, Russia

³ Saint Petersburg National Research University of Informational Technologies, Mechanics and Optics, Russia

Экспериментальное обоснование метода топической диагностики границ зоны некроза тонкой кишки осуществлено на 14 животных и биопсийном материале тонкой кишки 14 новорожденных, оперированных по поводу некротического энтероколита. Краевое свечение клеток в высокочастотном электромагнитном поле отмечалось в здоровом и некротически изменённом сегментах кишечника. Внутреннее свечение (эффект Кирлиан) встречалось только в некротических тканях. Предложенный метод визуализации в высокочастотном электромагнитном поле позволяет чётко определять границы нежизнеспособных тканей и минимизировать объём резекции кишечника.

Ключевые слова: некроз тонкой кишки, некротический энтероколит, эффект Кирлиан

Experimental substantiation of the method of topical diagnosis of the boundaries of necrosis zone of the small intestine was carried out on 14 animals and the small intestine biopsy material of 14 newborns operated on for necrotizing enterocolitis. The marginal luminescence of cells in a high-frequency electromagnetic field was noted in the healthy and necrotic-altered segments of the intestine. Internal luminescence (Kirlian photography) was found only in necrotic tissues. The proposed method of imaging in a high-frequency electromagnetic field allows to define clearly the boundaries of non-viable tissues and minimize the amount of bowel resection.

Keywords: necrosis of small intestine, nekrotizing enterocolitis, Kirlian photography

Для цитирования: Тараканов В. А., Минаев С. В., Колесников Е. Г., Коротков К. Г., Абушкевич В. Г., Стрюковский А. Е., Барова Н. К. ТОПИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ГРАНИЦ НЕКРОТИЗИРОВАННОГО СЕГМЕНТА ТОНКОЙ КИШКИ В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2019;14(2):308-311. DOI – <http://dx.doi.org/10.14300/mnnc.2019.14074>

For citation: V. A. Tarakanov, S. V. Minaev, E. G. Kolesnikov, K. G. Korotkov, V. G. Abushkevich, A. E. Strukovskii, N. K. Barova. TOPICAL DIAGNOSIS OF THE BOUNDARIES OF NECROTIC SEGMENT OF THE SMALL INTESTINE IN THE HIGH FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS. *Medical News of North Caucasus*. 2019;14(2):308-311. DOI – <http://dx.doi.org/10.14300/mnnc.2019.14074> (In Russ.)

Лечение детей с некротическим энтероколитом является проблемой детской хирургии [1, 2], актуальность которой обусловлена не только широким распространением патологии (0,3–2,4:1000 новорожденных) [3], но и не до конца решёнными вопросами тактики лечения [4]. Одной из важнейших задач хирургического лечения является определение границ резекции некротизированной кишки. Оставление нежизнеспособных тканей кишечника приводит к развитию перитонита и нередко летальному исходу (до 32 % случаев) [5]. Необоснованно избыточная резекция жизнеспособной кишки способствует развитию синдрома энтеральной недостаточности, которая не всегда купируется консервативными мероприятиями [4, 6].

Несмотря на широкий арсенал диагностических возможностей, в настоящее время не существует точных методов определения зоны некроза кишечной стенки [4, 5], что и определяет актуальность изучаемой проблемы. Предполагается, что визуализация внутреннего свечения некротических участков тонкой кишки в высокочастотном электромагнитном поле может адекватно оценивать жизнеспособность сегментов кишечника.

Для апробации разработанного нами метода использована модель интестинального некроза, в которой ишемия кишечника достигалась путём перевязки сосудов брыжейки. Модель полностью соответствует современным представлениям о патогенезе развития некротического энтероколита по гемодинамическому варианту.

Цель исследования: провести апробацию метода диагностики некротических изменённых участков тонкой кишки в высокочастотном электромагнитном поле.

Материал и методы. Экспериментальная часть работы выполнена на 14 беспородных животных (кошках) с массой тела $3,0 \pm 0,5$ кг. Исследование одобрено этическим комитетом Кубанского государственного медицинского университета (протокол № 63 от 21 мая 2018 г.).

Хирургическое вмешательство проводилось под тиопенталовым наркозом (из расчёта тиопентала натрия – 60 мг/кг массы тела) с проведением инфузионной терапии. Оперативное пособие выполняли из срединного лапаротомного доступа. Визуально определяли сегмент терминального отдела подвздошной кишки длиной 10 см, проводили лигирование аркадных и краевых сосудов брыжейки, участвующих в кровоснабжении этого участка кишки. По изменению окраски кишечной стенки оценивали степень нарушения кровоснабжения сегмента, после этого кишку

погружали в брюшную полость, операционную рану ушивали. Через 12 часов выполняли релапаротомию, визуально оценивали изменения в стенке кишечника, лишённого кровоснабжения, констатировали некроз. После этого изменённую кишку резецировали, отступив от зоны некроза по 5 см. Целостность пищеварительного тракта восстанавливали путём наложения тонко-тонкокишечного анастомоза по типу «конец в конец». Брюшную полость послойно ушивали. В послеоперационном периоде животные выхаживались в специальных условиях.

Биоптаты здоровой и некротически изменённой кишки помещали в газоразрядную камеру КЭЛСИ, которая создавала высокочастотное электромагнитное поле (1024 Гц). Затем снимали avi фильм, определяя яркость свечения, спектр длин волн и площадь свечения. Метод определения свечения и техническое оборудование разработаны на базе работ К. Г. Короткова [3]. Далее изготавливали и окрашивали гистологические препараты кишки с последующим их исследованием.

Клиническая часть работы выполнялась на базе реанимационного отделения детской краевой клинической больницы г. Краснодара. В исследование включено 14 новорожденных с некротическим энтероколитом III степени в возрасте от 3 до 37 суток. Интраоперационно брались биоптаты из различных отделов тонкой кишки в зависимости от локализации очага поражения. Биоптаты некротизированной и здоровой кишки (попавшей в зону резекции) объёмом до $1,0 \text{ см}^3$ изучались в высокочастотном электромагнитном поле по описанной выше методике.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы «STATISTIKA 6,0 for Windows». Определяли нормальность распределения варианта, вычисляли М (средняя арифметическая), m (стандартная ошибка средней арифметической), SD (среднее квадратичное отклонение). За достоверные различия в сравнении средних величин в парных сравнениях брали t-критерий Вилкоксона при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Биоптаты здоровых участков тонкой кишки экспериментальных животных в высокочастотном электромагнитном поле имели только краевое свечение – эффект Кирлиан (табл., рис. 1А). Через 12 часов после лигирования сосудов брыжейки развивался некроз сегмента тонкой кишки, подтверждённый данными гистологического исследования во всех случаях (рис. 1Д, Е). Эти участки кишки светились в высокочастотном электромагнитном поле не только по краям, но и в толще органа – внутреннее свечение (рис. 1Г), которое отсутствовало в жизнеспособных тканях.

Таблица

Параметры свечения биоптатов кишки у животных и детей с некротическим энтероколитом

Параметр	Животные, n=14		Дети, n=14	
	Здоровый участок (1)	Некроз (2)	Здоровый участок (3)	Некроз (4)
Площадь очага свечения (мм^2)	–	$134,3 \pm 14,8$	–	$166,7 \pm 20,4$
Общая яркость свечения (бит)	$126,0 \pm 16,5$	$190,0 \pm 17,4$ $p_1 < 0,001$	$103,8 \pm 3,3$	$154,0 \pm 5,2$ $p_2 < 0,001$
Наибольшая яркость свечения (бит)	–	$81,7 \pm 3,3$	–	$81,5 \pm 2,2$
Нижняя граница диапазон длины волн (нм)	$404,2 \pm 1,1$	$411,6 \pm 5,2$ $p_1 < 0,001$	$407,2 \pm 1,1$	$404,1 \pm 2,6$ $p_2 > 0,05$
Верхняя граница диапазон длины волн (нм)	$646,2 \pm 1,7$	$642,3 \pm 3,3$ $p_1 > 0,05$	$623,9 \pm 19,2$	$657,0 \pm 3,7$ $p_2 > 0,05$
Диапазон длины волн (нм)	$242,0 \pm 3,3$	$230,7 \pm 7,8$ $p_1 < 0,001$	$231,9 \pm 3,7$	$263,0 \pm 13,0$ $p_2 < 0,001$
Медиана (нм)	$470,0 \pm 48,9$	$585,7 \pm 13,0$ $p_1 < 0,001$	$450,0 \pm 0,0$	$585,0 \pm 17,8$ $p_2 < 0,001$

Примечание: p_1 – показатель достоверности между группами 1 и 2; p_2 – показатель достоверности между группами 3 и 4.

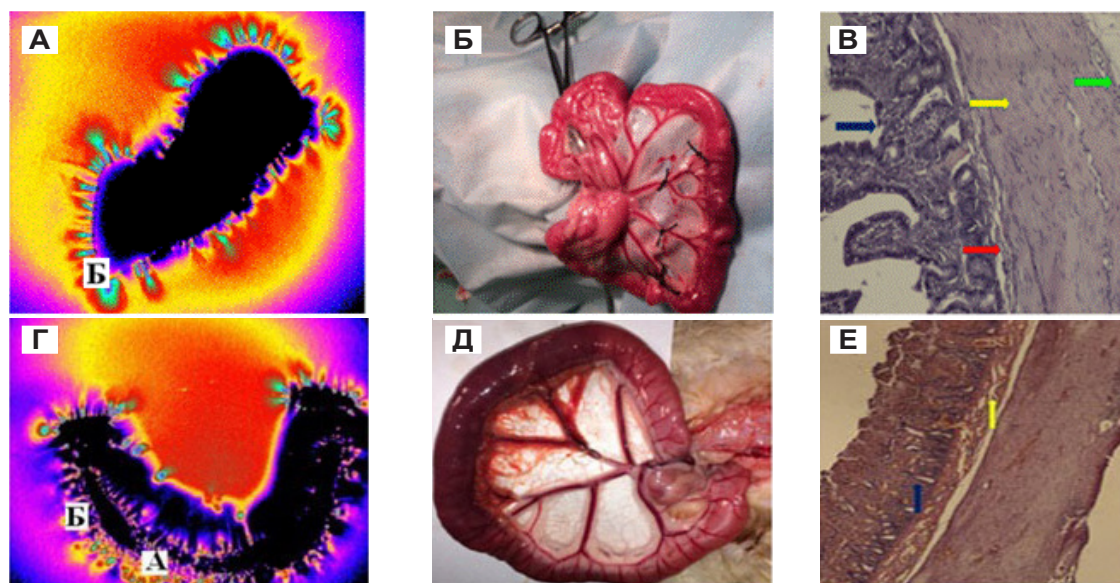


Рис. 1. Краевое свечение (А) биоптата участка тонкой кишки кошки (Б) и ее микропрепарат (В) сразу после перевязки брыжеечных сосудов. Эпителий (синяя стрелка), собственная пластинка слизистой (красная стрелка), мышечный слой (желтая стрелка), серозный слой (зеленая стрелка). Краевое и внутреннее свечение (Г) биоптата некротического участка тонкой кишки кошки (Д) и ее микропрепарат (Е) через 12 часов после перевязки мезентериальных сосудов. Некроз тонкой кишки (синяя стрелка), кровоизлияния в собственной пластинке слизистой (желтая стрелка)

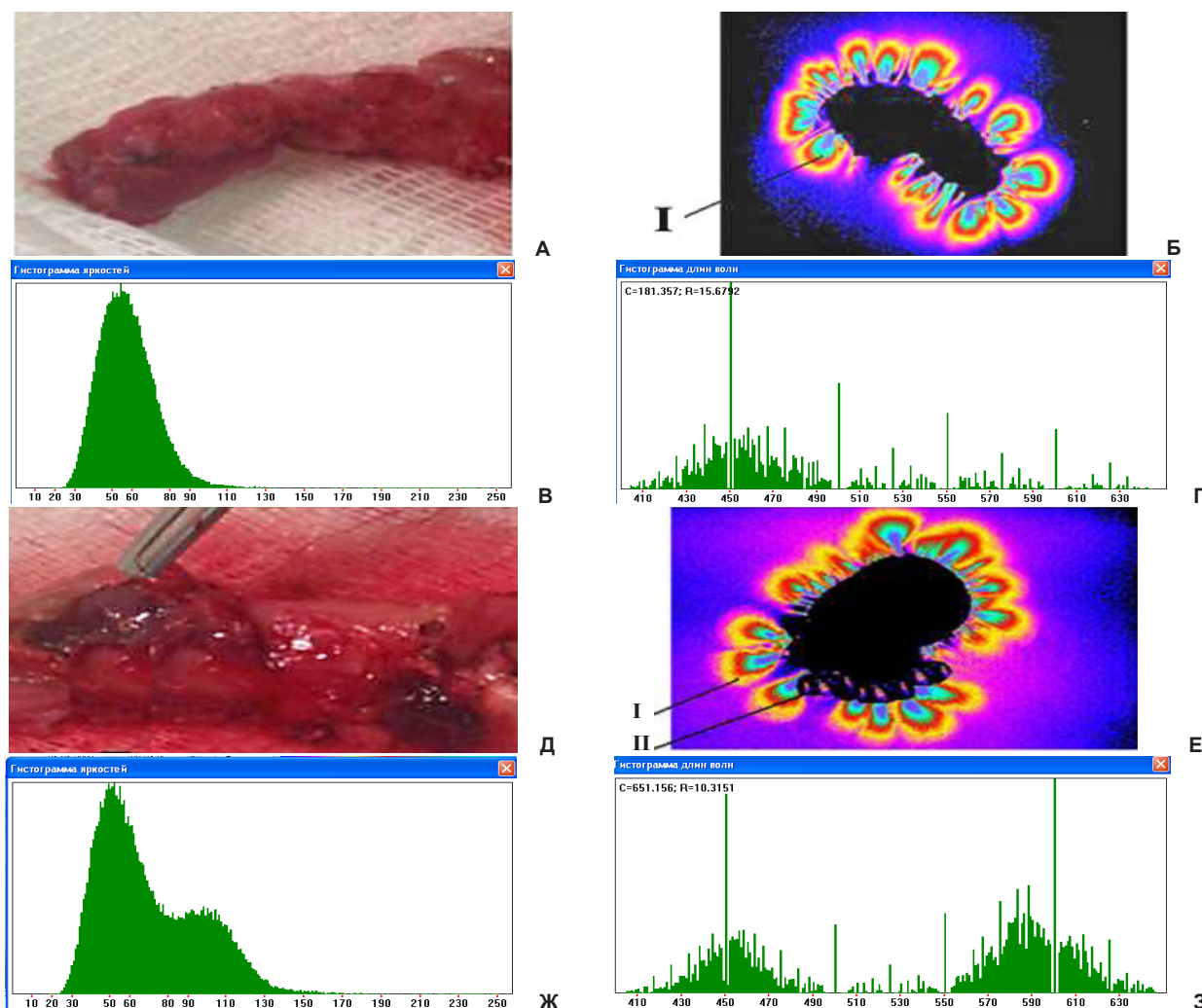


Рис. 2. А – биоптат неизмененного участка тонкой кишки новорожденного; Б – краевое свечение (I); В – гистограмма яркости свечения (в битах); Г – гистограмма диапазона длины волн (в нанометрах); Д – биоптат некротизированного сегмента тонкой кишки новорожденного; Е – его свечение в высокочастотном электромагнитном поле; Ж – гистограмма яркости свечения некротизированного сегмента; 3 – гистограмма диапазона длины волн некротизированного сегмента; 1 – краевое свечение; 2 – внутреннее свечение

Анализ гистогрaмм яркости свечения биоптатов некротизированных участков тонкой кишки показал, что свечение имеет двугорбый характер: один горб отражал краевое, второй – внутреннее свечение. Цифровые параметры свечения отражены в таблице.

В биоптатах неизмененных участков тонкой кишки, взятых у новорожденных с некротическим энтероколитом, также наблюдалось краевое свечение в высокочастотном электромагнитном поле (рис. 2А). Визуализация некротизированных биоптатов кишки выявила не только краевое, но и внутреннее свечение (рис. 2Б, Е). Полученные сведения коррелировали с экспериментальными данными.

Сравнение диапазона длины волн свечения некротизированного и здорового биоптатов в высокочастотном электромагнитном поле показало, что длина волны свечения при некрозе на 13,4 % больше, чем в здоровой ткани. Медиана диапазона длины волн свечения в некротически изменённых биоптатах на 30,0 % выше медианы диапазона

в здоровом участке кишки. Общая яркость свечения при некрозе была на 48,4 % больше яркости краевого свечения биоптатов здоровой кишки. Верхняя граница спектра свечения погибшего интестинального участка превышала верхнюю границу свечения здоровых тканей на 5,0 %, тогда как нижняя граница спектра свечения в исследуемых объектах достоверно не различалась.

Заключение. Некротически изменённая стенка тонкой кишки характеризуется не только внешним, но и внутренним свечением. При некрозе тканей происходят дистрофические изменения, характеризующиеся преобладанием катаболических процессов над анаболическими. Процессы метаболического распада и окислительно-восстановительные реакции, как правило, протекают с высвобождением значительного количества энергии, которая даёт внутреннее свечение, отсутствующее в здоровой ткани. Выявленные различия могут стать основой для точной и быстрой топической диагностики границ участков некроза кишечника.

Литература/References

1. Караваева С. А. Диагностика и особенности клинического течения некротического энтероколита у детей. *Вестник хирургии*. 2012;4:41-46. [Karavaeva S. A. Diagnostics and clinical features of necrotizing enterocolitis in children. *Vestnik hirurgii*. – *Bulletin of Surgery*. 2012;4:41-46. (In Russ.)].
2. Карпова И. Ю. Некротический энтероколит у новорожденных: клиника, диагностика и лечение. *Современные технологии в медицине*. 2012;2:138-142. [Karпова I. Yu. Necrotic enterocolitis in newborns: clinical presentation, diagnosis and treatment. *Sovremennye tekhnologii v medicine*. – *Modern technologies in medicine*. 2012;2:138-142. (In Russ.)].
3. Коротков К. Г. Основы ГРВ биоэлектрографии. СПб.: СПбГИТМО (ТУ), 2001. [Korotkov K. G. Basics of GDV bioelectrography. SPb: SPbGITMO (TU). 2001. (In Russ.)].
4. Линчевский Г. Л., Головки О. К., Воробьева О. В. Некротический энтероколит новорожденных. *Здоровье ребенка*. 2007;1(4):160-166. [Linchevsky G. L., Golovko O. K., Vorobyeva O. V. Necrotizing enterocolitis of newborns. *Zdorov'e rebenka*. – *Child health*. 2007;1(4):160-166. (In Russ.)].
5. Minaev S. V., Obedin A. N., Kachanov A. V., Annenkov M. V., Tovkan E. A., Gerasimenko I. N. Fast track in the treatment of newborns with necrotizing enterocolitis. *Meditinskii Vestnik Severnogo Kavkaza*. – *Medical News of North Caucasus*. 2016;11(2):152-155. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2016.11023>
6. Родин А. В., Плешков В. Г. Интраоперационная оценка жизнеспособности кишки при острой кишечной непроходимости. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2016;15(1):75-82. [Rodin A. V., Pleshkov V. G. Intraoperative assessment of intestinal viability in acute intestinal obstruction. *Vestnik Smolenskoy gosudarstvennoy medicinskoj akademii*. – *Bulletin of Smolensk State Medical Academy*. 2016;15(1):75-82. (In Russ.)].

Сведения об авторах:

Тараканов Виктор Александрович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней детского возраста; тел.: 89882420449; e-mail: hirurgia@inbox.ru

Минаев Сергей Викторович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой детской хирургии с курсом ДПО; тел.: 89624507653; e-mail: sminaev@yandex.ru

Колесников Евгений Геннадьевич, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры хирургических болезней детского возраста; тел.: 89284235523; e-mail: hirurgia@inbox.ru

Коротков Константин Георгиевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры проектирования компьютерных систем; e-mail: korotkov2000@gmail.com

Абушкевич Валерий Гордеевич, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры нормальной физиологии; тел.: 89882455655; e-mail: abushkevich_v@mail.ru

Стрюковский Андрей Евгеньевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры хирургических болезней детского возраста; тел.: 89054700264; e-mail: an_str@bk.ru

Барова Натуся Каплановна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры детской хирургии; тел.: 89882420449; e-mail: nbarova@yandex.ru