

М.В. Тимербулатов¹, А.Ф. Иткулов², Д.Э. Байков¹,
А.А. Ибатуллин¹, М.М. Хафизов², Р.Р. Эйбов²
**ПЕРФУЗИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ,
ПРИМЕНЯЕМАЯ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ
ЗАБОЛЕВАНИЙ ОБОДОЧНОЙ КИШКИ**

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Уфа

²Клиника ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Уфа

Целью исследования явилось изучение возможности использования методики перфузионной компьютерной томографии среди пациентов с различными поражениями стенки ободочной кишки.

Материал и методы. Было отобрано 46 пациентов 34-79 лет с дивертикулярной болезнью ободочной кишки (ДБОК), которые были распределены на 3 группы. Первую группу составили лица с неизменной стенкой ободочной кишки (5 человек), во вторую группу вошли 34 пациента с ДБОК, осложненной дивертикулитом, в третью группу вошли 7 пациентов со злокачественными образованиями ободочной кишки. Все исследования выполнялись на мультисрезовом компьютерном томографе Optima CT 660 (GE) со 128 рядами детекторов и толщиной выделяемого среза 0,65 мм. Первоначально сканирование осуществлялось в нативном режиме, выбирая зону интереса, далее проводили перфузию. Полученные при динамическом контрастировании изображения анализировали на рабочей станции Advantage Workstation с помощью приложения CT Perfusion 4D с определением объемных и скоростных показателей крови в 1 кубическом сантиметре влажного вещества в минуту.

Результаты и обсуждение. Согласно полученным данным, показатели скорости регионарного кровотока (Blood Flow – BF) при злокачественных образованиях по сравнению с неизменной стенкой ободочной кишки увеличились в среднем в 5,6 раз. Показатели объема регионарного кровотока (Blood Volume – BV) при злокачественных образованиях по сравнению с неизменной стенкой ободочной кишки увеличились в среднем в 14,2 раза. Показатели среднего времени прохождения кровотока (Mean Transit Time – MTT) при злокачественных образованиях по сравнению с неизменной стенкой ободочной кишки увеличились в 4,3 раза.

Выводы. Методика перфузионной компьютерной томографии позволяет регистрировать разницу показателей регионарного кровотока при неопластических процессах, что в свою очередь позволяет провести более точную дифференциальную диагностику.

Ключевые слова: дивертикулярная болезнь, перфузионная компьютерная томография, диагностика ободочной кишки.

M.V. Timerbulatov, A.F. Itkulov, D.E. Baikov,
A.A. Ibatullin, M.M. Khafizov, R.R. Aibov
**PERFUSION COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE DIFFERENTIAL
DIAGNOSIS OF COLON DISEASES**

The *aim* of the research was to study the possibility of the use of perfusion computed tomography in patients with various lesions of the colon wall.

Material and methods. 46 patients aged 34-79 years with diverticular colon disease (DCD) were selected and divided into 3 groups. The first group consisted of persons with an unchanged wall of the colon (5 people), the second group was composed of 34 patients with DCD complicated by diverticulitis, the third group consisted of 7 patients with malignant tumors of the colon. All studies were performed on an Optima CT 660 (GE) multislice computed tomograph with 128 detector rows and a slice thickness of 0.65 mm. Initially, scanning was carried out in the native mode selecting the area of interest, and then the perfusion was carried out. The images obtained during dynamic contrasting were analyzed on the Advantage Workstation using the CT Perfusion 4D application with the determination of blood volume and velocity parameters in 1 cubic centimeter of wet substance per minute.

Results and discussion. According to the data obtained, the indicators of the regional blood flow rate (Blood Flow – BF) in malignant tumors increased by an average of 5.6 times compared to the unchanged colon wall. Indicators of the volume of regional blood flow (Blood Volume – BV) in malignant tumors compared with the unchanged colon wall increased by an average of 14.2 times. The indicators of the average blood flow transit Time (Mean Transit Time – MTT) in malignant tumors increased by 4.3 times compared to the unchanged colon wall.

Conclusions. The technique of perfusion computed tomography allows you to register the difference in the indicators of regional blood flow in neoplastic processes, which in turn allows for a more accurate differential diagnosis.

Key words: diverticular disease, perfusion computed tomography, colon diagnostics.

В настоящее время дивертикулярная болезнь ободочной кишки (ДБОК) является одной из самых распространенных в мире, наблюдаемой в популяции в диапазоне от 10 до 30% случаев. Вместе с тем действительную частоту ДБОК трудно определить в основном из-за отсутствия симптоматики у большинства пациентов и это при том, что частота заболевания увеличивается с возрастом [3,6]. По данным рентгенологических исследований Центрального научно-исследовательского ин-

ститута гастроэнтерологии, среди обследуемых пациентов частота выявления ДБОК в 2002-2004 годах составила 15,7%. Доля больных с ДБОК в хирургических стационарах Москвы, Санкт-Петербурга и Уфы составила 3,2-6,1% [1]. Для диагностики ДБОК колоноскопию нецелесообразно выполнять вследствие риска перфорации, поэтому в такой ситуации в подавляющем большинстве случаев целесообразнее проводить компьютерную томографию (КТ) брюшной полости. Суще-

ствуется мнение, что при острых воспалительных осложнениях колоноскопию лучше выполнять не ранее 1 месяца после стихания острого воспалительного процесса [2]. В ряде случаев имеются причины, по которым колоноскопию с целью дифференциальной диагностики со злокачественными образованиями невозможно провести, вследствие резкого изгиба сигмовидной кишки, послеоперационных изменений, явлений постлучевого фиброза в полости малого таза после сеанса лучевой терапии, проведенного по поводу иных заболеваний. Таким образом, данная проблема заставляет обратить внимание на тот факт, что на сегодняшний день ряд вопросов, касающихся своевременной диагностики и тактики лечения остаются до конца не решенными. В частности, из доступных литературных источников за последние 10 лет следует, что у больных с воспалительными осложнениями дивертикулярной болезни ободочной кишки в процессе лечения отмечается до 60-90% диагностических ошибок [5,7].

В связи с этим вопрос точной и своевременной диагностики остается открытым [4].

В настоящее время осуществляется поиск новых диагностических технологий, позволяющих более детально изучить состояние стенки кишки при ДБОК, что могло бы способствовать снижению количества послеоперационных осложнений.

Целью настоящего исследования явилось изучение возможности разработки методики перфузионной компьютерной томографии (ПКТ) у пациентов с различными поражениями стенки ободочной кишки с определением показателей капиллярного кровотока в норме, при неоплазиях и воспалительных изменениях. В последующем полученная информация позволит более точно оценить выявленные изменения, скорректировать тактику проводимого лечения и определить объем оперативного вмешательства, если таковое потребуется.

Материал и методы

В рамках проводимого исследования были отобраны 669 пациентов с подозрением на ДБОК, поступавших на стационарное лечение в хирургическое отделение Клиники БГМУ и отделение колопроктологии ГКБ № 21 (г. Уфа) в период с 2017 по 2021 гг. Учитывались следующие основные характеристики: возраст и пол пациента, количество предыдущих госпитализаций, связанных с дивертикулярной болезнью и осложнениями дивертикулеза, результаты клинико-диагностического и инструментального обследований, данные консервативного ле-

чения и оперативных вмешательств. В этой группе пациентов отдельно было проанализировано 46 случаев применения перфузионной компьютерной томографии стенки ободочной кишки. Всем пациентам были выполнены инструментальные методы диагностики: фиброколоноскопия, УЗИ брюшной полости, перфузионная компьютерная томография (ПКТ), последняя была проведена пациентам в возрасте от 34 до 79 лет с ДБОК, осложненной дивертикулитом или злокачественными новообразованиями ободочной кишки. Из них мужчин было 38,3%, женщин – 61,7%.

Все исследования выполнялись на мультисрезовом компьютерном томографе Optima CT 660 (GE) со 128 рядами детекторов и толщиной выделяемого среза 0,65 мм с применением программного пакета CT Perfusion 4D.

После регистрации пациента и укладки его на томографический стол и подсоединения к катетеру, установленному в локтевую вену инжектора с контрастным веществом, выбирали протокол сканирования - CT Perfusion Body. Сканирование осуществляли в спиральном режиме со значениями напряжения и силы тока на рентгеновской трубке до 120 kV и 390-395 mA соответственно и толщиной выделяемого среза 0,625 мм.

Первоначально сканирование осуществляли в нативном режиме. На полученных изображениях оценивали толщину, плотность, структуру стенки ободочной кишки, ее анатомическое расположение и взаимоотношение с прилежащими органами. Также оценивали протяженность выявленного в ней патологического процесса, степень стеноза (деформации) просвета, явления регионарной лимфаденопатии и состояние окружающей паракишечной клетчатки. Последнее имело первостепенное значение, поскольку косвенно свидетельствовало о наличии воспалительных изменений в стенке ободочной кишки, а также указывало на вероятность наличия злокачественных новообразований. Кроме того, при подозрении на деструктивный процесс в виде перфоративных дивертикулитов к обозначенным симптомам добавляли наличие или отсутствие таких осложнений, как периколитическая флегмона, абсцесс, разлитой гнойный перитонит.

В последующем при анализе нативных изображений уточняли уровень поражения и определяли зону перфузии. Для этого находили максимально верхний и максимально нижний срезы, соответствующие началу и концу сканирования. Срезы обозначали буквенными

и цифровыми индексами, которые вносили в программу CT Perfusion Body. При контрастном «усилении» для проведения исследования использовали не ионные йодсодержащие рентгеноконтрастные средства с высокой концентрацией активного вещества порядка 350 или 370 миллиграмм на миллилитр. Объем контрастного вещества (КВ) рассчитывали из расчета 0,3 г йода на 1 кг массы обследуемого. Оптимальный объем вводимого КВ с концентрацией йода 350 мг/мл составляет 60 мл для среднего взрослого человека массой 70 кг, оптимальной скоростью введения является скорость 4 миллилитра в секунду.

Полученные при динамическом контрастировании изображения анализировали на рабочей станции Advantage Workstation с помощью приложения CT Perfusion 4D с определением объемных и скоростных показателей кровотока в 1 кубическом сантиметре влажного вещества в минуту. Для анализа результатов наиболее информативными представлялись функциональные карты, определяющие следующие показатели: объем регионарного кровотока (Blood Volume – BV), среднее время прохождения кровотока (Mean Transit Time – MTT), скорость регионарного кровотока (Blood Flow – BF), в качестве опорных значений использовали усредненные изображения (Average).

Результаты и обсуждение

В результате при проведенном исследовании с учетом анализа всех полученных компьютерно-томографических изображений (КТ-изображения), данных патоморфологического исследования удаленного операционного или биопсийного материала и результатов постпроцессорной обработки изображений ПКТ с определением пограничных значений показателей капиллярного кровотока в стенке ободочной кишки были определены три группы пациентов.

Первую группу составили пациенты (5 человек – 10,9%) без выраженных клинкорентгенологических проявлений острой ДБОК. По нативным КТ-изображениям стенка сигмовидной кишки здесь была не изменена, ее толщина не превышала 2-3 мм. Плотность ее в среднем была представлена в диапазоне от 19 до 37 HU и во многом зависела от денситометрических показателей прилежащих к ней органов и систем (за счет небольшой толщины и эффекта усреднения перепада плотностей на КТ-изображениях). Паракишечная клетчатка не изменена, плотность в среднем составляла от -75 до -105 HU без локальных уплотнений и патологических включений. Регионарные лимфатические узлы не определялись (рис. 1).



Рис. 1. Нативное, бесконтрастное КТ-изображение брюшной полости. Стрелкой указана неизменная стенка сигмовидной кишки. Имеется единичный неосложненный дивертикул. Окружающая дивертикул паракишечная клетчатка без признаков воспаления

При анализе карт динамического контрастирования показатели перфузионного кровотока в этой группе пациентов в целом характеризовались отсутствием зон гипо- и гиперперфузии (рис. 2) и в среднем составили следующие значения:

BF – $19,62 \pm 1,4$ (18,22-21,02) мл/100 г/мин;

BV – $5,5 \pm 0,15$ (5,35-5,65) мл/100 г;

MTT – $2,51 \pm 0,6$ (1,91-3,11) с.

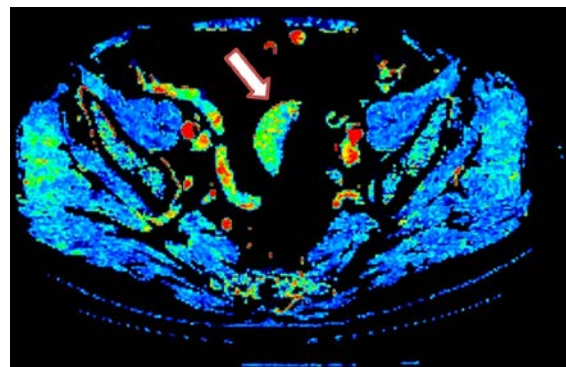


Рис. 2. Перфузионная карта пациента, что и на рис. 1. На перфузионной карте в режиме BF стрелкой обозначена неизменная стенка сигмовидной кишки, характеризующаяся отсутствием участков гипо- и гиперперфузии

Вторую группу составили 34 (73,9%) пациента с дивертикулярной болезнью ободочной кишки, осложнённой дивертикулитом. По КТ-изображениям толщина стенки сигмовидной ободочной кишки пациентов достигала от 5 до 27 мм. Определялись дивертикулы, размеры которых варьировали от $4 \times 5 \times 8$ до $9 \times 15 \times 18$ мм, а толщина стенки – от 1 до 3 мм. Вместе с тем толщина стенки осложнённых дивертикулов достигала до 4 мм, наружные контуры были преимущественно нечеткие и неровные. Плотность в среднем представлена в диапазоне от 25 до 47 HU. Перифокальная жировая клетчатка была инфильтративно изменена, структурно не однородна, с участками вторичной тяжистой перестройки, плотностью в среднем от -45 до -72 HU. Размеры регионарных лимфатических узлов достигали до $5 \times 7 \times 8$ мм (рис. 3).



Рис. 3. Осложненный острый дивертикулит в сигмовидном отделе ободочной кишки (большая стрелка). Дивертикул с четкими, неровными наружными контурами, размером до 6×9×12 мм. Стенки его уплотнены, их толщина до 5 мм, при усилении равномерно накапливают контрастное вещество. Стенка сигмовидной кишки утолщена до 9-16 мм

При анализе карт динамического контрастирования показатели перфузионного кровотока в этой группе в целом характеризовались умеренным повышением объема и скорости кровотока в сочетании с таким же умеренным повышением скорости прохождения контрастного вещества (рис. 4):

BF $26,4 \pm 1,9$ (24,5-28,3) мл/100 г/мин;
BV – $53 \pm 4,9$ (48,1-57,9) мл/100 г;
MTT – $7 \pm 1,6$ (5,4-8,6) с.

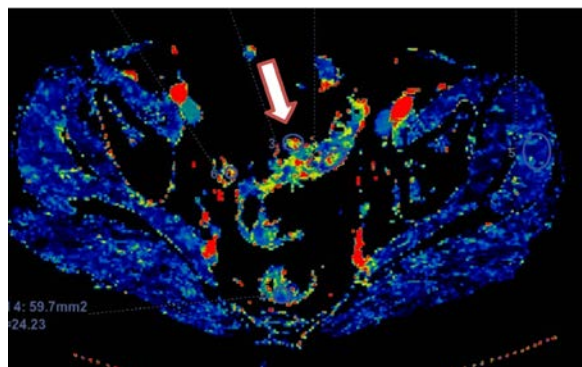


Рис. 4. Осложненный острый дивертикулит в сигмовидном отделе ободочной кишки. На перфузионной карте определяется участок гиперперфузии в стенке кишки, с умеренным повышением скорости регионарного кровотока - Blood Flow (BF)

В третью группу вошли 7 (15,2%) пациентов со злокачественными образованиями ободочной кишки. По КТ-изображениям толщина пораженного участка стенки кишки достигала 12-29 мм, (преимущественно с муфтообразным утолщением и сужением просвета кишки до 4 мм). Плотность утолщенной стенки варьировала от 27 до 49 HU. Паракишечная жировая клетчатка была инфильтрирована, тяжистая, плотностью в среднем от -39 до -74 HU. Размеры регионарных лимфатических узлов достигали до 9×21×18 мм (рис. 5).

При анализе карт динамического контрастирования показатели перфузионного кровотока в этой группе пациентов характе-

ризовались значительным повышением объема, скорости кровотока и значительным возрастанием среднего времени прохождения контрастного вещества (рис. 6):

BF $111 \pm 7,2$ (103,8-118,2) мл/100 г/мин;
BV $78 \pm 3,9$ (74,1-81,9) мл/100 г;
MTT – $10,8 \pm 0,9$ (9,9-11,7) с.

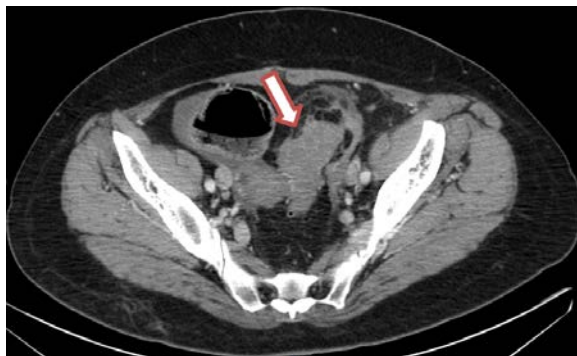


Рис. 5. КТ-изображение нижнего этажа брюшной полости над уровнем входа в малый таз. Определяется муфтообразное утолщение сигмовидной кишки до 26 мм за счет неопластического процесса – аденокарцинома (обозначена стрелкой). Просвет сужен до 5 мм. Паракишечная клетчатка тяжистая, с мелкими регионарными лимфатическими узлами. Также имеются множественные дивертикулы размерами до 6×7×10 мм, толщина стенки которых достигала до 4 мм, с неровными наружными контурами

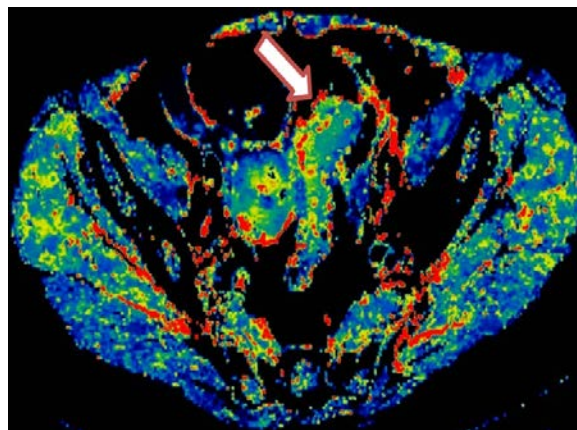


Рис. 6. Тот же пациент, что и на рис. 5. На перфузионной карте в зоне муфтообразного утолщения сигмовидного отдела ободочной кишки отмечается значительное повышение показателей скорости регионарного кровотока - Blood Flow (BF)

В нижеследующей таблице приведены числовые показатели при проведении ПКТ в трех исследуемых группах.

Таким образом, можно выделить ряд различий в ПКТ-картине между дивертикулярной болезнью, осложнённой дивертикулитом, и злокачественными образованиями в ободочной кишке:

При дивертикулярной болезни ободочной кишки, осложненной дивертикулитом, наблюдается общее увеличение основных показателей кровотока в ее стенке, отличающихся от показателей при неизменной стенке ободочной кишки. Данные изменения не имеют статистической значимости и требуют дальнейшего изучения с увеличением количе-

ства выборки наблюдений. Показатели скорости регионарного кровотока (Blood Flow – BF) при злокачественных образованиях по сравнению с данными неизменной стенки ободочной кишки в среднем увеличились в 5,6 раза. Объем регионарного кровотока (Blood Volume – BV) при злокачественных образованиях по

сравнению с данными при неизменной стенке ободочной кишки увеличились в среднем в 14,2 раза. Показатели среднего времени прохождения кровотока (Mean Transit Time – MTT) при злокачественных образованиях увеличились в 4,3 раза по сравнению с неизменной стенкой ободочной кишки.

Таблица

Показатели перфузионного кровотока в стенке ободочной кишки			
Показатели перфузионного кровотока	Неизменная стенка ободочной кишки	ДБОК, осложненная дивертикулитом	Злокачественные образования в ободочной кишке
Blood Flow, мл/100 г/мин	19,62±1,4 (18,22-21,02)	26,4±1,9* (24,5-28,3)	111±7,2 (103,8-118,2)
Blood Volume, мл/100 г	5,5±0,15 (5,35-5,65)	53±4,9* (48,1-57,9)	78±3,9 (4,1-81,9)
Mean Transit Time, сек.	2,51±0,6 (1,91-3,11)	7±1,6* (5,4-8,6)	10,8±0,9 9,9-11,7

Примечание. p<0,05, *p>0,05.

Выводы

В целом, анализируя полученные результаты, мы пришли к заключению, что ПКТ ободочной кишки может применяться в общем диагностическом алгоритме с учетом данных ранее проведенных исследований – УЗИ, КТ, МРТ. Также данная методика способна реги-

стрировать разницу показателей регионарного кровотока при воспалительных и неопластических процессах, что в свою очередь позволяет провести более точную дифференциальную диагностику одного заболевания от другого и, в конечном итоге, определить дальнейшую тактику проводимого лечения

Сведения об авторах статьи:

Тимербулатов Махмуд Вилевич – д.м.н., профессор, завкафедрой факультетской хирургии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

Иткулов Артур Фиргатович – врач-радиолог, врач-хирург, завлабораторией радионуклидной диагностики Клиники ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450083, г. Уфа, ул. Шафиева, 2.

Байков Денис Энверович – д.м.н., профессор кафедры общей хирургии с курсами трансплантологии и лучевой диагностики ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

Ибатуллин Артур Альбертович – д.м.н., профессор кафедры хирургических болезней и новых технологий с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

Хафизов Мунавис Мунависович – аспирант, ассистент кафедры общей хирургии с курсами трансплантологии и лучевой диагностики ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

Эйбов Равшан Рамазанович – врач-хирург Клиники ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450083, г. Уфа, ул. Шафиева 2.

ЛИТЕРАТУРА

- Ивашкин, В.Т. Рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации и Ассоциации колопроктологов России по диагностике и лечению взрослых больных дивертикулярной болезнью ободочной кишки / В.Т. Ивашкин, Ю.А. Шельгин, С.И. Ачкасов и соавт. // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии и колопроктологии. – 2016. – № 1. – С. 65-80.
- Дивертикулярная болезнь: клинические рекомендации / М.Д. Ардатская [и др.] // Колопроктология. – 2021. – Т. 20, № 3. – С. 10-27.
- Потапова, В.Б. Воспалительная природа дивертикулов толстой кишки / В.Б. Потапова, Р.Б. Гудкова, С.В. Левченко // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2013. – № 37. – С. 39-47.
- Тимербулатов, М.В. Ретроспективный анализ лечения пациентов с воспалительными осложнениями дивертикулярной болезни толстой кишки / М.В. Тимербулатов, А.В. Куляпин, Д.В. Лопатин // Медицинский вестник Башкортостана. – 2017. – Т. 12, № 4(70). – С. 5-9.
- Шельгин, Ю.А. Классификация дивертикулярной болезни. / Ю.А. Шельгин, С.И. Ачкасов, А.И. Москалев // Колопроктология. – 2014. – № 4 (50). – С. 5-13.
- Rueda, JC. Home treatment of uncomplicated acute diverticulitis. / JC Rueda, A. Jimenez, A. Caro, F. Feliu, J. Escuder, F. Gris, J. Spuch, V. Vicente // Int Surg. – 2012. – Jul;97. – № 3. – P. 203-209.
- Sandleremail: a high-fiber diet does not protect against asymptomatic diverticulosis / A.F. Peery, P.R. Barrett, D. Park [et al.] // Gastroenterology. – 2012. – Vol. 2. – P. 266-72.

REFERENCES

- Ivashkin, V.T. Recommendations of the Russian Gastroenterological Association and the Russian Association of Coloproctologists for the diagnosis and treatment of adult patients with diverticular disease of the colon. / V.T. Ivashkin, Yu.A. Shelygin, S.I. Achkasov et al. // Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology and Coloproctology. 2016; (1): 65-80.
- Clinical recommendations. diverticular disease. / M.D. Ardatskaya [and others] // Coloproctology. 2021; 20 (3):10-27.
- Potapova, V.B. Inflammatory nature of colonic diverticula. / V.B. Potapova, R.B. Gudkova, S.V. Levchenko. // Experimental and clinical gastroenterology. 2013; (37):39-47.
- Timerbulatov, M.V. Retrospective analysis of the treatment of patients with inflammatory complications of diverticular disease of the colon / M.V. Timerbulatov, A.V. Kulyapin, D.V. Lopatin // Medical Bulletin of Bashkortostan. 2017;12 (4): 5-9.
- Shelygin Yu.A. Classification of diverticular disease. / Yu.A. Shelygin, S.I. Achkasov, A.I. Moskaev // Coloproctology. 2014; 4 (50): 5-13.
- Rueda, JC. Home treatment of uncomplicated acute diverticulitis. / JC Rueda, A. Jimenez, A. Caro, F. Feliu, J. Escuder, F. Gris, J. Spuch, V. Vicente // Int Surg. 2012;97 (3): 203-209.
- Sandleremail: a high-fiber diet does not protect against asymptomatic diverticulosis / A.F. Peery, P.R. Barrett, D. Park [et al.] // Gastroenterology. 2012; 2: 266-72.