

Е.Ю. Хомутова, Ю.Т. Игнатъев,  
Ю.Г. Филиппова

# ВИРТУАЛЬНАЯ КОЛОНОСКОПИЯ

УДК 616.345-073.757.1  
ББК 53.433.5  
Х 76

**Рецензенты:**

**Кармазановский Г.Г.**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом лучевых методов диагностики и лечения ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Минздравсоцразвития РФ  
**Синицын В.Е.**, доктор медицинских наук, профессор, руководитель Центра лучевой диагностики ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздравсоцразвития РФ, руководитель курса лучевой диагностики ФФМ МГУ им. М.В. Ломоносова

**Хомутова Е.Ю.**

X 76 Виртуальная колоноскопия / Е.Ю. Хомутова, Ю.Т. Игнатьев, Ю.Г. Филиппова. – М.: Издательский дом Видар-М, 2012. – 184 с., ил.

**ISBN 978-5-88429-172-0**

Монография «Виртуальная колоноскопия» является первым в России изданием, в котором на основании достаточно большого опыта и большого объема фактического материала представлена методика виртуальной колоноскопии. Авторами определены возможности данного метода в диагностике различной патологии толстой кишки, представлена нормальная анатомия толстой кишки при виртуальной колоноскопии, освещены вопросы лучевых нагрузок при исследовании, изложены перспективные направления развития метода. Все исследования выполнены сотрудниками кафедры лучевой диагностики Омской государственной медицинской академии на базе рентгенологического отделения БУЗ «Областная клиническая больница» Омской области.

Книга предназначена для врачей-рентгенологов и может представлять интерес для врачей других специальностей (онкологов, гастроэнтерологов, хирургов-колопроктологов, врачей общей практики). Монография может быть рекомендована для подготовки врачей лучевой диагностики системы последиplomного образования.

**УДК 616.345–073.757.1**

**ББК 53.433.5**

The monograph «Virtual colonoscopy» is the first Russian edition, which is based on a long-standing clinical experience and a reasonable amount of factual material presented method virtual colonoscopy (VC). The authors defined the possibilities of this method in the diagnosis of various diseases of the colon, described the normal anatomy of the colon, highlighted the issues of radiation exposure in the study, and outlined prospects for development of the method. All studies were performed Radiology department staff Omsk State Medical Academy – pioneers in the field of virtual colonoscopy in Russia, on the basis of X-ray department Omsk Regional Hospital.

This monograph is intended for radiologists and doctors of other specialties (oncologists, gastroenterologists, surgeons, internists). Monograph is recommended for training radiologists and postgraduate education students.

**ISBN 978-5-88429-172-0**

© Хомутова Е.Ю., Игнатьев Ю.Т., Филиппова Ю.Г., 2012  
© Оформление. «Издательский дом Видар-М», 2012

# Оглавление

Список сокращений .....	6
Введение .....	7
<b>Глава 1. Эпидемиология злокачественных новообразований толстой кишки.</b>	
<b>Методы инструментальной диагностики патологии толстой кишки .....</b>	<b>9</b>
1.1. Эпидемиология злокачественных новообразований толстой кишки .....	9
1.2. Эндоскопические методы визуализации толстой кишки .....	11
1.3. Рентгенологические методы визуализации толстой кишки. Возможности ирригоскопии в диагностике новообразований толстой кишки .....	13
1.4. Ультразвуковое исследование толстой кишки .....	14
1.5. Магнитно-резонансная томография толстой кишки .....	15
1.6. Радионуклидные методы исследования толстой кишки .....	16
Список литературы .....	17
<b>Глава 2. Методика проведения виртуальной колоноскопии .....</b>	<b>19</b>
2.1. Принципы очистительной подготовки толстой кишки к виртуальной колоноскопии .....	19
2.2. Методики инсуффляции газов в кишку .....	23
2.3. Выбор газа для инсуффляции .....	28
2.4. Осложнения виртуальной колоноскопии .....	29
2.5. Спазмолитики .....	30
Список литературы .....	31
<b>Глава 3. Технические требования к проведению виртуальной колоноскопии .....</b>	<b>35</b>
3.1. Технические требования к проведению виртуальной колоноскопии .....	35
3.2. Лучевая нагрузка: опыт зарубежных коллег .....	36
3.3. Лучевая нагрузка: наш опыт .....	38
Список литературы .....	42
<b>Глава 4. Подходы к интерпретации данных при виртуальной колоноскопии .....</b>	<b>45</b>
4.1. Методики интерпретации виртуальной колоноскопии .....	45
4.2. Сравнение методик интерпретации данных виртуальной колоноскопии ...	48
Список литературы .....	52

<b>Глава 5. Нормальная анатомия. Интерпретация виртуальной колоноскопии</b> .....	<b>53</b>
Список литературы .....	69
<b>Глава 6. Аномалии развития толстой кишки. Дивертикулез. Грыжи</b> .....	<b>71</b>
6.1. Аномалии развития толстой кишки .....	71
6.2. Дивертикулез толстой кишки .....	74
6.3. Грыжи толстой кишки .....	76
Список литературы .....	77
<b>Глава 7. Воспалительные заболевания толстой кишки</b> .....	<b>79</b>
7.1. Определение патологии и классификация .....	79
7.2. Язвенный колит .....	80
7.3. Болезнь Крона .....	85
7.4. Инфекционные колиты .....	96
7.5. Ишемические колиты .....	96
7.6. Другие колиты .....	101
Список литературы .....	101
<b>Глава 8. Доброкачественные новообразования толстой кишки</b> .....	<b>103</b>
8.1. Морфологическая характеристика эпителиальных доброкачественных новообразований толстой кишки. ВКС-семиотика .....	103
8.2. Морфологическая характеристика неэпителиальных доброкачественных новообразований толстой кишки. ВКС-семиотика .....	120
Список литературы .....	121
<b>Глава 9. Злокачественные новообразования толстой кишки</b> .....	<b>125</b>
9.1. Эпидемиология колоректального рака .....	125
9.2. Этапы развития колоректального рака .....	126
9.3. Факторы риска развития злокачественных новообразований толстой кишки .....	126
9.4. Скрининг колоректального рака .....	127
9.5. Классификация колоректального рака .....	134
9.6. Клинические проявления рака толстой кишки .....	135
9.7. ВКС-картина злокачественных новообразований толстой кишки .....	135
Список литературы .....	146

<b>Глава 10. Источники ошибок при виртуальной колоноскопии</b>	
<b>(«ловушки» диагностики) .....</b>	<b>149</b>
10.1. Утолщенная складка .....	149
10.2. Мобильный сегмент кишки .....	153
10.3. Резидуальное содержимое просвета кишки .....	154
10.4. Инородные тела .....	156
10.5. Внутренние геморроидальные узлы .....	156
10.6. Гипертрофированные анальные сосочки .....	156
10.7. Нити слизи .....	157
10.8. Пузырьки газа .....	157
10.9. Псевдоциркулярные поражения .....	157
10.10. Утолщение стенки кишки .....	158
10.11. Артефакты .....	158
10.12. Сдавление кишки извне .....	159
Список литературы .....	159
<b>Глава 11. Перспективные направления виртуальной колоноскопии .....</b>	<b>161</b>
11.1. Автоматическое обнаружение новообразований .....	161
11.2. Опция клинсинг и контрастирование содержимого кишки .....	165
11.3. Цветное картирование .....	137
Список литературы .....	176

# Список сокращений

CTDI<sub>vol</sub> – volume computer tomography dose index  
DLP – dose length product  
E – effective dose  
SSD – Superficiality Shadow Display  
VRT – Volume Rendering Transformation  
АКСК – анализы кала на скрытую кровь  
АОН – автоматическое обнаружение новообразований  
БК – болезнь Крона  
ВЗК – воспалительные заболевания кишечника  
ВКС – виртуальная колоноскопия  
ДПК – двенадцатиперстная кишка  
ЖКТ – желудочно-кишечный тракт  
ИАК – иммунохимические анализы кала  
ИМТ – индекс массы тела  
ИДК – ирригоскопия с двойным контрастированием  
КРР – колоректальный рак  
КТ – компьютерная томография  
МКРЗ – Международная комиссия по радиологической защите  
МПП – многоплоскостные реконструкции  
МРК – магнитно-резонансная колонография  
МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография  
ННКР – наследственный несиндромный колоректальный рак  
НПВС – нестероидные противовоспалительные средства  
ОФЭКТ – однофотонная эмиссионная компьютерная томография  
ПЖ – поджелудочная железа  
ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография  
РМС – ректороманоскопия  
РФП – радиофармпрепарат  
УЗИ – ультразвуковое исследование  
УРИ – усилитель рентгеновского излучения  
ФКС – фиброколоноскопия  
ЦК – цветное картирование  
ЯК – язвенный колит

# Введение

Патология толстой кишки занимает одно из ведущих мест в структуре заболеваемости органов брюшной полости. Более значимой патологией в структуре заболеваний толстой кишки является колоректальный рак (КРР). Распространенность рака толстой кишки растет, выходит в мире на 3–4-е место в структуре онкологических заболеваний, после рака молочной железы и матки у женщин, рака легких и предстательной железы у мужчин. В большинстве случаев это связано с запоздалой диагностикой и лечением (удалением) железистых полипов толстой кишки, аденом, являющихся истинным предраком. Трудность диагностирования заключается в том, что в отличие от других предраковых новообразований, ярко манифестирующих и относительно легко обнаруживаемых при простом физикальном обследовании, толстокишечные полипы долго, иногда в течение всей жизни, ничем не проявляются и обнаруживаются в основном случайно.

Выявление, изучение и лечение облигатных предраковых новообразований — аденоматозных полипов толстой кишки — представляется единственной действенной мерой снижения заболеваемости и смертности от рака прямой и ободочной кишок. Ранняя диагностика новообразований, достоверное установление стадии онкологического процесса — залог успешного лечения, продления жизни пациента с высоким качеством. Методы медицинской визуализации занимают ведущее место в диагностике патологии толстой кишки. Достойное место среди визуализирующих методов принадлежит лучевым методам во главе с ирригоскопией.

В последнее десятилетие бурное развитие получила виртуальная колоноскопия (КТ-колонография) — метод, основанный на виртуальном эндоскопическом осмотре просвета толстой кишки на основании компьютерной обработки множественных поперечных КТ-срезов брюшной полости. В США и странах Европы данный метод широко применяется в клинической практике, вплоть до использования его в скрининге КРР. Однако в отечественной лучевой диагностике он используется мало — имеется некоторый скептицизм со стороны как специалистов лучевой диагностики, так и со стороны клиницистов, несмотря на большое распространение в последнее время КТ-аппаратуры в России.

Одной из целей публикации монографии является устранение данного, незаслуженного негативизма в отношении виртуальной колоноскопии (ВКС). Диагностические возможности данного метода большие. Метод хорошо переносится пациентами, имеет минимальное количество противопоказаний, дает возможность виртуально осматривать отделы толстой кишки, не доступные осмотру эндоскопической колоноскопией, позволяет одновременно оценивать состояние стенки кишки, перикишечные изменения, изменения паренхиматозных органов брюшной полости и забрюшинного пространства.

Виртуальная колоноскопия несколько «не претендует» на замещение эндоскопической колоноскопии или ирригоскопии, но должна занять свою достойную нишу среди методов медицинской визуализации толстой кишки, и в частности в комплексном скрининге рака толстой кишки.

В монографии рассмотрены вопросы оптимальной подготовки толстой кишки для проведения ВКС, уточнены ряд семиотических признаков новообразований, воспалительных заболеваний, аномалий развития толстой кишки, представлены возможности различных методов постпроцессорной обработки изображений. Монография должна способствовать более широкому изучению, внедрению ВКС в отечественную лучевую диагностику патологии толстой кишки.

Клинические обследования, отбор пациентов и проведение ВКС, динамическое наблюдение и анализирование полученных данных в основном проводились на базе БУЗ «Областная клиническая больница» Омской области (главный врач – К.Л. Полежаев).

Материалы, представленные в книге, собраны и обобщены на основании более чем семилетнего собственного опыта использования ВКС в клинической практике. Результаты представлены на многочисленных научных конференциях.

Авторы выражают благодарность заведующему кафедрой факультетской хирургии ОмГМА, профессору В.Л. Полуэктову, заведующему отделением колопроктологии ОКБ В.А. Никоненко, заведующему отделением гастроэнтерологии ДГКБ-3 Л.И. Генык, рентгенолаборантам М.Г. Мананникову и С.А. Токаревой, а также всем коллегам, кто помогал нам в работе.



## Эпидемиология злокачественных новообразований толстой кишки. Методы инструментальной диагностики патологии толстой кишки

---

### 1.1. Эпидемиология злокачественных новообразований толстой кишки

Согласно базе данных Globocan Международного агентства по изучению рака (IARC) колоректальный рак (КРР) является серьезной угрозой для значительной части населения планеты. Так, в 2008 г. заболеваемость КРР в мире составила 663 000 (10%) случаев среди мужчин и 571 000 (9,4%) — среди женщин [1]. При этом более 60% случаев этого заболевания регистрируется в Австралии, Новой Зеландии и различных регионах Европы [2].

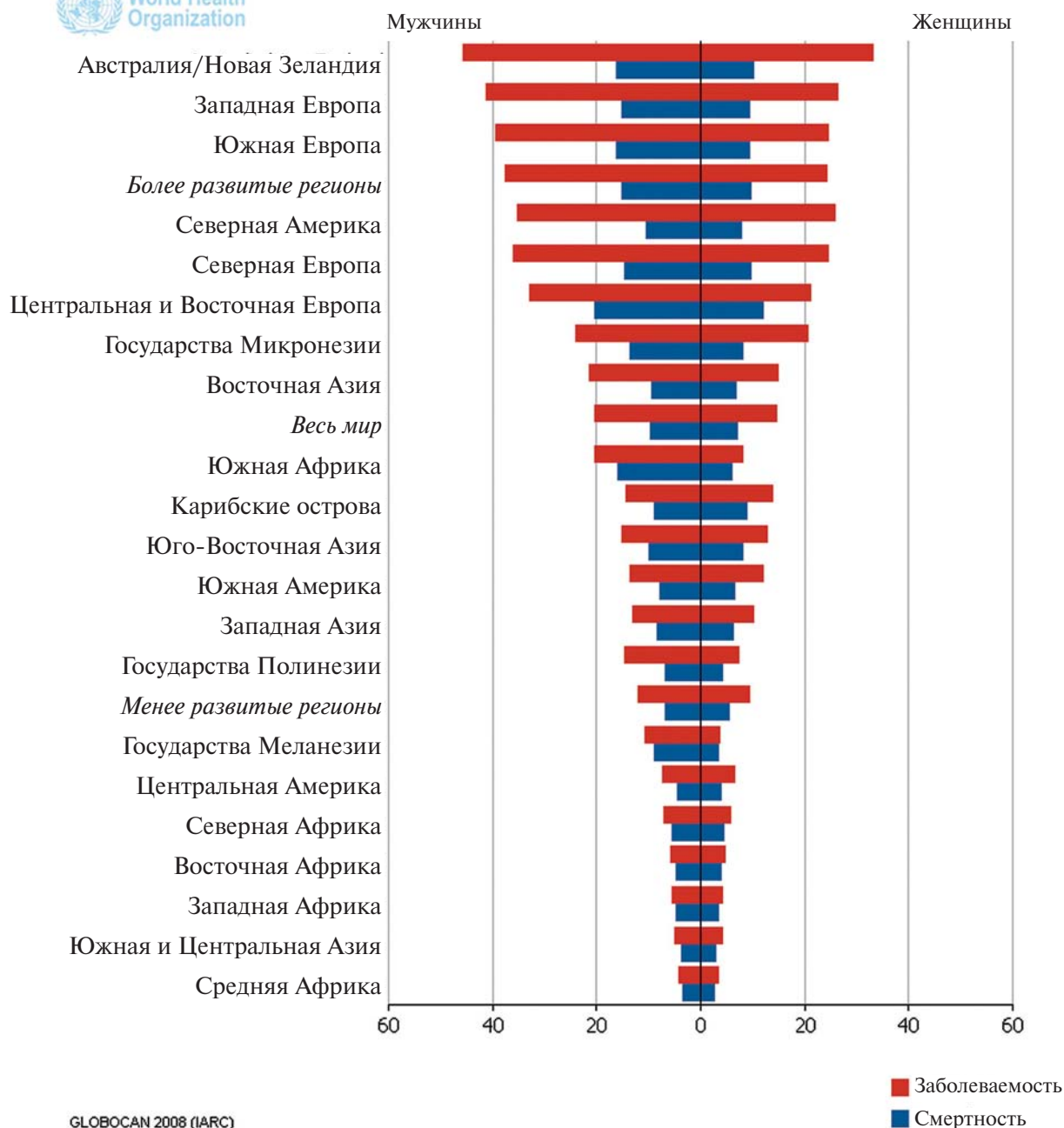
Самая низкая заболеваемость КРР отмечается на Африканском континенте (за исключением Южной Африки), в Южной и Центральной Азии. Средние цифры регистрируются в странах Латинской Америки. При этом заболеваемость КРР выше среди мужчин (в среднем соотношение заболеваемости между мужчинами и женщинами составляет 1,4 : 1). На долю КРР приходится

8% (4-е место) в структуре общей смертности от злокачественных новообразований в мире. Так, в 2008 г. зарегистрировано 608 000 смертей от этого заболевания. Наибольший показатель смертности отмечается в Центральной и Восточной Европе (20,1 на 100 000 для мужчин и 12,2 на 100 000 для женщин) (рис. 1.1).

В Российской Федерации в 2009 г. зарегистрирован 24 671 диагноз КРР у мужчин и 31 048 — у женщин. Смертность от КРР составила 16 810 случаев среди мужчин и 21 101 — среди женщин [3].

По данным Минздравсоцразвития России за 2009 г., ведущими локализациями в общей (для обоих полов) структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями населения России являются: кожа (11,9%, с меланомой — 13,5%), трахея, бронхи, легкие (11,3%), молочные железы (10,8%), желудок (8,0%), ободочная кишка (6,4%), прямая кишка, ректосигмоидный отдел и анус (5,0%), лимфатическая и кро-

International Agency for Research on Cancer



GLOBOCAN 2008 (IARC)

**Рис. 1.1.** Частота заболеваемости и смертности от КРП в мире среди мужчин и женщин в 2008 г. по данным Международного агентства по изучению рака (International Agency Research Cancer), опубликованным в Международном онкологическом журнале (Int. J. Cancer 2010). Приводится в нашей интерпретации.

ветворная ткани (4,8%), тело матки (3,9%), почки (3,6%), предстательная железа (5,0%), поджелудочная железа (2,9%), шейка матки (2,8%), мочевого пузыря (2,6%), яичники (2,5%). В структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями мужского и женского населения рак ободочной кишки занимает 5-е место (5,7%), рак прямой кишки, ректосигмоидного отдела, ануса — 6-е место (5,2%) у мужчин и 7-е (4,8%), после рака яичника, — у женщин [3].

Удельный вес злокачественных новообразований органов пищеварения у женщин (24,6%) ниже аналогичного показателя у мужчин (31,1%). Средний возраст больных с диагнозом рака ободочной кишки, установленным впервые в жизни, составляет 66,7 года для мужчин и 68,5 года для женщин. В Омской области диагноз рака ободочной кишки в 2009 г. был поставлен 492 пациентам — 201 мужчине и 291 женщине; заболевших раком прямой кишки, ректосигмоидного отдела и ануса было выявлено 386 человек — 180 мужчин и 206 женщин.

Следует отметить, что в структуре смертности мужского и женского населения от злокачественных новообразований имеются существенные различия. Около трети (27,4%) случаев смерти у мужчин обусловлены раком трахеи, бронхов, легких. Опухоли желудка явились причиной смерти 13% мужчин. Далее места распределяются следующим образом: новообразования мочевыделительной системы (7,1%), предстательной железы (6,4%), ободочной (5,8%) и прямой (5,3%) кишок, поджелудочной железы (ПЖ) (4,9%), лимфатической и кроветворной тканей (4,6%), губы, полости рта и глотки (4,6%). В структуре смертности женщин наибольший удельный вес у злокачественных новообразований молочных желез (17,4%). Далее, в порядке убывания, следуют новообразования желудка (11,3%), ободочной кишки (9,3%), трахеи, бронхов, лег-

ких (6,5%), прямой кишки (6,3%), яичника (5,7%), лимфатической и кроветворной тканей (5,4%), тела (4,7%) и шейки (4,6%) матки [3].

В возрастной группе 60–69 лет у мужчин после опухолей трахеи, бронхов, легких (30,4%) и желудка (12,6%) на 3-е место выходят опухоли предстательной железы (5,7%), на 4-е — опухоли ободочной кишки (5,2%). Для сравнения, у женщин в возрастной группе 60–69 лет опухоли ободочной кишки занимают 3-е место (8,8%) после опухолей молочной железы (18,7%) и желудка (10,5%) [3].

Анализ заболеваемости за период 1999–2009 г. выявляет тревожную тенденцию: среднегодовой темп прироста для рака ободочной кишки составляет 21,18%, для рака прямой кишки, ректосигмоидного отдела и ануса — 12,89%.

В связи с возросшей продолжительностью жизни в развитых странах следует прогнозировать значительное увеличение количества случаев КРР, что еще раз говорит об актуальности этой проблемы.

## 1.2. Эндоскопические методы визуализации толстой кишки

Колоноскопия впервые была описана в 1965 г. тремя независимыми группами японских ученых [4–6]. С тех пор эндоскопические технологии усовершенствовались, колоноскопы стали более тонкими и маневренными, с более высоким качеством визуализации.

Колоноскопия (фиброколоноскопия (ФКС)) позволяет выявить и удалить полипы, а также провести биопсию опухоли, расположенной в толстой кишке. Специфичность и чувствительность колоноскопии при выявлении полипов и новообразований высоки. Так, по результатам проводимых друг за другом колоноскопий адено-

мы диаметром менее 5 мм исследователи пропускают 15–25% образований, а аденомы диаметром 10 мм или более лишь до 6% наблюдений [7].

В настоящее время не существует рандомизированных исследований, в которых бы оценивалось влияние колоноскопии на заболеваемость или уровень смертности от КРР. Однако по данным математического моделирования отдаленные результаты полипэктомии (из United States National Polyp Study) показывают почти 90% случаев снижения заболеваемости КРР и летальных исходов от него [8].

В большинстве литературных источников колоноскопия характеризуется как «золотой стандарт» в диагностике патологических изменений толстой кишки, и в частности КРР [9–11].

Один из вариантов колоноскопии – гибкая сигмоскопия (методика исследования дистальных отделов толстой кишки при помощи гибкого сигмоскопа). По данным В.Т. Ивашкина и Г.А. Минасяна [10], в общей сложности от 70 до 80% всех случаев КРР может быть обнаружено с помощью сигмоскопии. Это связано с тем, что большинство неопластических процессов развивается именно в дистальных отделах толстой кишки. По данным Я.Б. Гавриленко и соавт. [12], 16,5% полипов толстой кишки визуализируются в прямой кишке, 56,6% – в сигмовидной кишке, 26,9% – в нисходящем отделе ободочной кишки; по данным Ю.М. Тимофеева [13], рак прямой кишки и анального канала определяется в 19% наблюдений. Однако при всех достоинствах метода у него есть ряд существенных недостатков: около 15% новообразований в сигмовидной кишке не определяются при сигмоскопии [14]. Этот метод не позволяет визуализировать проксимальные отделы толстой кишки, тогда как с возрастом риск развития проксимального КРР по-

вышается [10]. По данным Н.А. Яицкого и В.М. Седова [15], рак поперечной ободочной кишки выявляется в 10,3% наблюдений, восходящего отдела ободочной кишки – в 9,5%, слепой кишки – в 24,7% обследованных.

Кроме того, при проведении сигмоскопии существует риск развития тяжелых осложнений, таких как перфорация стенки толстой кишки (1 наблюдение на 10 000 исследований), развитие ятрогенных инфекций и инфекционных осложнений (по данным S. Glick [16], у 3% обследуемых пациентов). Для более полной диагностики патологических изменений толстой кишки используют ФКС. Согласно данным литературы [16], чувствительность ФКС в выявлении КРР составляет 85–95%, чувствительность в выявлении полипов диаметром более 1 см – 90%, менее 1 см – 75%.

Широкое применение ФКС нашла также в диагностике других заболеваний толстой кишки – дивертикулярной болезни и ее осложнений, воспалительных изменений толстой кишки [12, 17]. Однако не всегда ФКС является завершенной процедурой, когда в процессе исследования достигается купол слепой кишки – в 2–3% обследований этого не происходит [18]. Невозможность проведения ФКС может быть обусловлена разными причинами. Это анатомические особенности толстой кишки (долихоколон, мегаколон), выраженный спаечный процесс в полости малого таза, образования толстой кишки, обтурирующие ее просвет, а также плохая подготовка пациента к исследованию [18]. Кроме того, по результатам ряда исследований при ФКС не определяется от 10 до 20% патологических изменений толстой кишки [19]. При этом исследовании есть риск осложнений, связанных как с инвазивностью методики (перфорация стенки кишки, кровотечения после полипэктомии), так и с проведением

премедикации пациенту, которая используется для снижения дискомфорта во время процедуры [20].

### 1.3. Рентгенологические методы визуализации толстой кишки. Возможности ирригоскопии в диагностике новообразований толстой кишки

Техника ирригоскопии была описана А.В. Фишером (A.W. Fischer) в 1923 г. и стала методом выбора исследования толстой кишки к середине 70-х годов XX века. В настоящее время применяются различные методики контрастирования при ирригоскопии. Особенно популярны способы одномоментного (первичного) двойного контрастирования, пневмоколонографии [21–24].

По данным А.Н. Михайлова [24], с помощью метода двойного контрастирования полипы размером 1 см и более можно было выявить в 100% обследований, полипы размером 6–9 мм – в 83% наблюдений. По данным S. Glick [16], чувствительность в выявлении полипов размером более 7 мм составляет 71%, специфичность – 98%; 4–5 мм – в 56%; 2–3 мм – в 22%. В среднем полипы диагностируются в 76–88% наблюдений. Следует отметить, что М.И. Секачева и В.Т. Ивашкин [25] считают чувствительность методики двойного контрастирования для диагностики полипов равной 35%, а специфичность – 82%. Следует отметить также, что при сопоставлении эндоскопических и рентгенологических диагнозов отмечалось совпадение результатов лишь в 40% [26]. Хотя ирригоскопия с двойным контрастированием позволяет исследовать всю толстую кишку, ее чувствительность и специфичность ниже диагностических показателей, получаемых при проведении ФКС и виртуальной колоноскопии (ВКС). Даже при наличии больших полипов и опухолей

ирригоскопия обладает существенно более низкой чувствительностью (48%), чем колоноскопия. Кроме того, ирригоскопия дает больше ложноположительных результатов (артефакты, определяемые как полипы), чем колоноскопия. Пациентам, у которых при ирригоскопии была выявлена патология, в последующем необходимо провести колоноскопию.

Несмотря на перечисленные выше недостатки, ирригоскопия широко распространена, и тот факт, что с ее помощью можно выявить до 50% больших полипов, будет и в дальнейшем обуславливать ее применение при отсутствии возможности проведения более точных исследований [27].

**Виртуальная колоноскопия.** До сих пор ФКС и ирригоскопия являются «золотым стандартом» в диагностике КРР. Однако при этих методах в 6–27% наблюдений возможна ложноотрицательная диагностика новообразования (в зависимости от его размеров). В большинстве случаев при эндоскопической колоноскопии опухоль не выявляется при локализации в подслизистом слое, а также при недостаточной подготовке пациента в связи со сложностью осмотра изгибов кишки, долихоколоне, неадекватной интерпретации находок и отрицательных результатах биопсии. При колоноскопии возможны и осложнения – кровотечение, перфорация [28].

В последнее десятилетие с внедрением мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) появился такой метод неинвазивного исследования толстой кишки, как ВКС. Для ее выполнения необходимы три основных аспекта [29]:

- мультисрезовый компьютерный томограф,
- программное обеспечение для пост-процессорной обработки данных,
- соответствующая подготовка медицинского персонала.

На сегодняшний день использование мультidetекторного сканера является стандартом для проведения ВКС, поскольку позволяет провести исследование за короткое время и соответственно снизить риск появления артефактов от дыхания и движения (например, для 6-срезового мультиспирального компьютерного томографа на исследование требуется 15–25 с) [28]. В ряде исследований авторы [28–29] использовали мультиспиральный компьютерный томограф с различным количеством рядов детекторов – от 6 до 32.

Послойное спиральное КТ-сканирование брюшной полости и таза с последующей цифровой обработкой и анализом изображений может создать как 2D-, так и 3D-реконструкцию просвета толстой кишки (ВКС). Проведение этого исследования требует инсуффляции воздуха для раздувания кишки до возможно максимального объема, который может перенести пациент (примерно 2–3 л атмосферного воздуха или углекислого газа), и предварительного очищения кишки с помощью слабительных средств. Пероральный прием контрастного вещества приводит к «прикреплению» кала к стенке кишки и наличию резидуальной жидкости, которые в дальнейшем при цифровой обработке будут «стерты» компьютером с изображения.

Метаанализ исследований, в которых ВКС использовали для выявления колоректальных полипов и КРР, показал высокую чувствительность (93%) и высокую специфичность (97%) при наличии полипов размером 10 мм и более. Однако при комбинации полипов средних и больших размеров (6 мм или больших размеров) снижались как чувствительность метода (до 86%), так и его специфичность (до 96%) [29]. При исследовании полипов разных размеров разброс показателей чувствительности (45–97%) и специфичности (26–97%) становился слишком большим, в то время как ВКС при

выявлении рака и больших полипов имела достаточно высокие показатели. Одним из отрицательных факторов использования ВКС в скрининге пациентов с высоким риском является то, что плоские образования в кишке могут быть пропущены. Кроме того, для проведения ВКС в качестве скрининговой процедуры пациента необходимо подвергнуть повторному воздействию ионизирующего излучения. Однако с появлением многослойной технологии сканирования сокращается время исследования и уменьшается лучевая нагрузка на пациента, при этом сохраняется высокая разрешающая способность метода [28].

#### 1.4. Ультразвуковое исследование толстой кишки

Ультразвуковое исследование (УЗИ) является одним из нетрадиционных, неинвазивных и достаточно распространенных методов диагностики, причем большая часть населения относится к данной методике позитивно. Ранее считалось, что провести УЗИ органов, содержащих газ, нельзя, поскольку они полностью отражают ультразвуковые волны. В последнее время наблюдается значительный прогресс трансабдоминальной ультразвуковой диагностики заболеваний полых органов, в частности толстой кишки [30–34]. Эндоскопическая ультрасонография позволяет детально оценить структуру, дифференцировать слои стенки толстой кишки и определить степень опухолевой инвазии в подслизистую основу и мышечный слой. Точность определения распространенности опухолевой инфильтрации стенки ободочной кишки составляет 79,6%, при этом наибольшее число наблюдений расхождения с гистологическими заключениями обусловлено завышением глубины опухолевой инфильтрации при определении стадии T2 [30]. Эндоректальное УЗИ является важ-

ным вспомогательным методом стадирования рака прямой кишки, с помощью которого можно получить сведения о состоянии кишечной стенки, параректальной клетчатки и регионарных лимфатических узлов [30].

Доступность УЗИ, его неинвазивность, возможность полипозиционного сканирования сделали возможным применение метода в диагностике патологических изменений толстой кишки [30–34]. В настоящее время для исследования толстой кишки применяют несколько ультразвуковых методик: исследование ободочной кишки через переднюю брюшную стенку (трансабдоминальное исследование) без подготовки пациента или с наполнением толстой кишки контрастирующим агентом (ультразвуковая ирригоскопия) [31].

По данным М.В. Ростовцева и соавт. [11], чувствительность УЗИ в оценке степени поражения патологическим процессом стенки толстой кишки составила 97%, а специфичность – 92%. При этом по показателю протяженности поражения стенки кишки чувствительность метода составила 68%, а специфичность всего 18%. Достаточно высокую чувствительность метод показывает в выявлении прорастания опухолей толстой кишки за ее пределы и метастатического поражения региональных лимфатических узлов, – 86 и 85% соответственно. Чувствительность метода ультразвуковой ирригоскопии (с наполнением толстой кишки специальной жидкой эхоконтрастной диагностической средой, в состав которой входят крахмал, хлорид натрия и т.д.) составляет 82% в определении рака ободочной кишки, специфичность метода – 74% [31].

При применении методики ультразвуковой колоноскопии точность метода в определении наличия или отсутствия опухолевой инвазии в стенку кишки, по данным Ю.Е. Ваганова [32], составляет 91,6%, чувствительность в визуализации региональных

лимфатических узлов – 90,9%, а специфичность – 74,4%. Однако при высоких показателях чувствительности и специфичности поражения толстой кишки УЗИ все-таки является дополнительным методом исследования, так как наибольшей точностью метод отличается в диагностике изменений в дистальных отделах толстой кишки, в частности в прямой кишке при использовании эндоректального датчика. Наименее точным он оказался в диагностике изменений правых отделов толстой кишки и поперечной ободочной кишки [33].

### 1.5. Магнитно-резонансная томография толстой кишки

Методика МР-колонографии была впервые описана в 1997 г. W. Luboldt [35]. На сегодняшний день в литературе можно встретить описание различных способов проведения этого вида исследования, среди которых выделяют три основных: выявление «светлого» и «темного просветов», а также контрастирование кишечного содержимого [35–41].

При первом способе – выявлении «светлого просвета» для контрастирования толстой кишки – используют контрастное вещество на основе водного раствора гадолиния [36, 37]. В литературных источниках отмечается, что при использовании способа выявления «светлого просвета» (bright lumen) чувствительность метода составляет 6% в обнаружении и полипов диаметром менее 5 мм, 61% – 6–9 мм в диаметре; 96% – 10 мм и более [36]. Также в ряде публикаций зарубежных авторов описаны методики проведения МР-колонографии без предварительной очистительной подготовки и контрастирования содержимого кишки, например, сульфатом бария [38, 39]. Для контрастирования толстой кишки при выявлении «темного просвета» используют эндоректальное вве-

дение воды и дополнительное внутривенное введение контрастного препарата [40]. По данным W. Ajaj и соавт. [41], чувствительность МР-колонографии при использовании способа «темного просвета» (dark lumen) в определении полипов диаметром 5 мм составляет 93%.

## 1.6. Радионуклидные методы исследования толстой кишки

В зарубежных источниках описаны результаты работ, посвященных радионуклидной диагностике опухолей желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) путем введения в организм туморотропных радиофармпрепаратов (РФП) [42, 43]. Поскольку рак толстой кишки клинически может проявляться кишечным кровотечением, с целью диагностики источника кровотечения используется радионуклидное исследование с мечеными радиоактивным изотопом эритроцитами.

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) с  $^{18}\text{F}$ -FDG позволяет диагностировать КРР при выявлении повышенного накопления РФП в определенном сегменте кишки [42, 43]. Исследование выполняется у пациента натощак при уровне глюкозы в крови, не превышающем 6,6 ммоль/л. После внутривенного введения РФП активностью 350–370 МБк для снижения уровня фоновой активности проводится водная нагрузка (500–750 мл). Исследования выполняются на позитронно-эмиссионном томографе высокого разрешения. Запись начинается через 60 мин после введения РФП и выполняется по стандартному клиническому протоколу с продолжительностью эмиссионного скана 7 мин и трехминутным трансмиссионным сканом.

Проводится итерационная реконструкция изображения с последующим использованием фильтра Гаусса. Реконструкция изображения осуществляется методом

свертки обратных проекций (backprojection) с использованием фильтра Hann. Результаты ПЭТ первоначально оцениваются визуально по объемному изображению, а затем по семимиллиметровым срезам во фронтальной, аксиальной и сагиттальной проекциях. Затем очаги повышенного накопления препарата оцениваются количественно. Для количественной оценки областей интереса автоматически определяется стандартизованное значение накопления РФП (standardized uptake value (SUV), в пер. с англ. — стандартизованный уровень накопления). При подсчете SUV учитываются доза введенного препарата, время инъекции (для коррекции поправки на радиоактивный распад) и масса пациента. При SUV более 2,0 очаг гиперфиксации препарата оценивается как злокачественный.

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) может быть использована в диагностике первичного и вторичного бластоматозного поражения толстой кишки. По данным S. Yukiharu и соавт. [44], используя ОФЭКТ с РФП  $\text{Tl-201}$ , можно проводить дифференциальную диагностику рецидива опухоли толстой кишки на фоне послеоперационных изменений. Данными авторами были проведены ОФЭКТ с  $\text{Tl-201}$  и КТ (МСКТ) 22 пациентам с подозрением на рецидив КРР (на основании клинических данных). У 9 из 11 пациентов с рецидивом опухоли при ОФЭКТ определялся положительный захват РФП. Отрицательный захват определялся у 10 из 11 пациентов без рецидива опухоли при ОФЭКТ. Чувствительность метода составила 86,4% (19/22). Таким образом, ОФЭКТ с  $\text{Tl-201}$  можно считать эффективным диагностическим инструментом для своевременного выявления КРР.