

МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

том 23

Medical Visualization

ISSN 1607-0763 (Print)
ISSN 2408-9516 (Online)

2'2019



- Новое в диагностике и лечении рака прямой кишки по данным МРТ
- Контрастная двухэнергетическая спектральная маммография при раке молочной железы
- КТ в диагностике острой абдоминальной боли
- Сравнительный обзор PROMISE и PSMA-RADS версии 1.0 при раке предстательной железы
- Транскраниальная доплерография у больных с разрывами аневризмы головного мозга

www.vidar.ru
www.medvis.vidar.ru
www.medimage.ru

ВИДАР

МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Официальный печатный орган Российского общества рентгенологов и радиологов
Общества специалистов по лучевой диагностике
Московского регионального отделения
Российского общества рентгенологов и радиологов



Medical Visualization

2019, том 23, №2

Журнал включен ВАК РФ в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации
на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Издатель: ООО “Видар”

Главный редактор член-корреспондент РАН, профессор Г.Г. Кармазановский

Первый заместитель главного редактора профессор Н.В. Нуднов

Заместитель главного редактора проф. А.И. Громов

Заместитель главного редактора – координатор проектов к.м.н. С.Ю. Ким

Редакционная коллегия:

Т.А. Ахадов, профессор
Е.А. Ахметов, профессор
А.В. Араблинский, профессор
А.В. Борсуков, профессор
Н.Н. Ветшева, д.м.н.
М.В. Вишнякова, профессор
В.Е. Гажонова, профессор
Б.И. Долгушин, академик РАН
А.В. Зубарев, профессор
П.М. Котляров, профессор
М.В. Кротенкова, д.м.н.
А.Б. Лукьянченко, профессор

А.В. Мищенко, профессор
С.П. Морозов, профессор
Л.П. Орлова, профессор
С.П. Прокопенко, к.м.н.
И.Н. Пронин, академик РАН
А.Ш. Ревшвили, академик РАН
Н.И. Рожкова, профессор
Н.А. Рубцова, д.м.н.
В.Е. Синецын, профессор
С.К. Терновой, академик РАН
И.Е. Тимина, д.м.н.
В.Н. Троян, профессор

И.Е. Тюрин, профессор
В.Ю. Усов, профессор
Е.П. Фисенко, д.м.н.
В.П. Харченко, академик РАН
М.Х. Ходжибеков, профессор
А.Л. Хохлов, член-корр. РАН
В.В. Цвиркун, профессор
В.М. Черемисин, профессор
А.И. Щёголев, профессор
А.Л. Юдин, профессор

Редакционный совет:

Л.А. Ашрафян, академик РАН (Москва, Россия)
N. Gourtsoyannis, профессор (Афины, Греция)
В.Д. Завадовская, профессор (Томск, Россия)
Ю.Т. Игнатьев, профессор (Омск, Россия)
А.И. Икрамов, профессор (Ташкент, Узбекистан)
F. Caseiro-Alves, профессор (Коимбра, Португалия)

G.P. Krestin, профессор (Роттердам, Нидерланды)
Р.И. Рахимжанова, профессор (Астана, Казахстан)
R. Riemuller, профессор (Грац, Австрия)
Т.Н. Трофимова, профессор (Санкт-Петербург, Россия)
W. Schima, профессор (Вена, Австрия)

Зав. редакцией Юматова Е.А.

По вопросам публикации обращаться по адресу: karmazanovsky@ixv.ru,
тел.: (499) 237-37-64, 237-04-54, 109028 Москва, а/я 16 (Григорий Григорьевич Кармазановский)

“МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ” – публикуется ООО “Видар”

С содержанием, аннотациями, электронной версией некоторых статей
и архивом журнала вы можете ознакомиться на сайте www.vidar.ru

<http://vk.com/VIDARbooks> <https://www.facebook.com/VIDARpress>

Подписаться на наш журнал вы можете в любом отделении связи
(каталог Роспечати, раздел “Здравоохранение. Медицина”),
а также в издательстве ООО “Видар”

Материалы этого издания не могут воспроизводиться ни в какой форме
без письменного разрешения.

Редактирование Т.И. Луковская
Художники О.А. Рыченкова, А.И. Морозова
Верстка Ю.А. Кушель

“МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ”

© 2019 ООО “Видар”,
все права сохраняются.

MEDICAL VISUALIZATION

Official press organ of the Russian Society of Roentgenologists and Radiologists,
the Society of specialists in X-ray diagnostics, Moscow regional department
of of the Russian Society of Roentgenologists and Radiologists



Медицинская визуализация

2019, V. 23, N2

The journal is included in the list of leading peer-reviewed scientific journals and publications recommended by Higher Attestation Commission (VAK) of Russian Federation for publishing the works required for academic degrees

Publisher: Vidar Ltd.

Editor-in-Chief Professor Grigory G. Karmazanovsky
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences

First Deputy Editor Professor N.V. Nudnov

Deputy Chief Editor Professor A.I. Gromov

Deputy Chief Editor S.Yu. Kim, Ph.D.

Editorial Board:

T.A. Akhadov, Ph.D., Professor
E.A. Akhmetov, Ph.D., Professor
A.V. Arablinsky, Ph.D., Professor
A.V. Borsukov, Ph.D., Professor
N.N. Vetsheva, Ph.D.
M.V. Vishnjakova, Ph.D., Professor
V.E. Gazhonova, Ph.D., Professor
B.I. Dolgushin, Academician
A.V. Zubarev, Ph.D., Professor
P.M. Kotliarov, Ph.D., Professor
M.V. Krotenkova, Ph.D., Professor
A.B. Lukyanchenko, Ph.D., Professor

A.V. Mishchenko, Ph.D., Professor
S.P. Morozov, Ph.D., Professor
L.P. Orlova, Ph.D., Professor
S.P. Prokopenko, Ph.D., Professor
I.N. Pronin, Academician
A.Sh. Revishvili, Academician
N.I. Rozhkova, Ph.D., Professor
N.A. Rubtsova, Ph.D.
V.E. Sinitsyn, Ph.D., Professor
S.K. Ternovoy, Academician
I.E. Thimina, Ph.D., Professor
V.N. Troyan, Ph.D., Professor

I.E. Tyurin, Ph.D., Professor
V.Yu. Usov, Ph.D., Professor
E.P. Fisenko, Ph.D.
V.P. Kharchenko, Academician
M.H. Khodjibekov, Ph.D., Professor
A.L. Khokhlov, Corresponding Member
of RAS
V.V. Tsvirkun, Ph.D., Professor
V.M. Cheremisin, Ph.D., Professor
A.I. Shchegolev, Ph.D., Professor
A.L. Yudin, Ph.D., Professor

Editorial Council:

L.A. Ashrafyan, Academician (Moscow, Russia)
N. Gourtsoyiannis, Professor (Athens, Greece)
V.D. Zavadovskaya, Professor (Tomsk, Russia)
Yu.T. Ignatieff, Professor (Omsk, Russia)
A.I. Ikramov, Professor (Tashkent, Uzbekistan)
F. Caseiro Alves, Professor (Coimbra, Portugal),

G. Krestin, Professor (Rotterdam, Netherlands)
R.I. Rakhimzhanova, Professor (Astana, Kazakhstan)
R. Rienmuller, Professor (Graz, Austria)
T.N. Trofimova, Professor (St. Petersburg, Russia)
W. Schima, Professor (Vienna, Austria)

Chief of office Yumatova E.A.

For inquiries relating to the publication, please contact: karmazanovsky@ixv.ru,
Phone: +7 (499) 237-37-64, 237-04-54, 109028 Moscow, P.O.B. 16. Grigory G. Karmazanovsky

“Medical Visualization” is published by Vidar Ltd.

**The content, annotations, on-line version of some of the articles
and publications archive are available on our website www.vidar.ru**
B <http://vk.com/VIDARbooks> **f** <https://www.facebook.com/VIDARpress>

You can subscribe to the journal at any post office
(Rospechat catalogue, section “Public Health. Medicine”)
and in the publishing house “Vidar” Ltd.

Editing T.I. Lukovskaya
Designer O.A. Rychenkova, A.I. Morosova
Prepress Yu.A. Kushel

No part of this copyrighted work may be reproduced,
modified or distributed, without the prior written permission

“MEDICAL VISUALIZATION”
© 2019 Vidar Ltd.
All rights reserved



Содержание

ОТ ПРИГЛАШЕННОГО РЕДАКТОРА

- 6 Вступительное слово главного редактора
- 7 Современный взгляд на принципы диагностики и лечения рака прямой кишки по данным МРТ (обзор литературы)
Гришко П.Ю., Балясникова С.С., Самсонов Д.В., Мищенко А.В., Карачун А.М., Правосудов И.В.
- 27 Робот-ассистированные чрескожные вмешательства под КТ-контролем: первый опыт
Буровик И.А., Прохоров Г.Г., Лушина П.А., Васильев А.В., Дегтярёва Е.А.
- 36 Изучение особенностей КТ-денситометрии в эксперименте с использованием физических фантомов
Михнин А.Е., Калинин П.С., Левченко Е.В., Ван Тин
- 44 Легочный гистиоцитоз из клеток Лангерганса, имитирующий метастазы в легкие гигантоклеточной остеобластической саркомы (клиническое наблюдение)
Калинин П.С., Кушнарёв В.А., Балкаров А.Х., Артемьева А.С.
- 49 Новые технологии при выявлении рака молочной железы – контрастная двухэнергетическая спектральная маммография
Чёрная А.В., Новиков С.Н., Криворотко П.В., Ульянова Р.Х., Данилов В.В.

Брюшная полость

- 62 Гигантский копролит, осложненный гидронефрозом и обструктивным пиелонефритом (клиническое наблюдение)
Юдин А.Л., Юматова Е.А., Марина Е.А., Рудая А.И.
- 71 Гигантский каловый камень слепого участка толстой кишки (клиническое наблюдение)
Литвиненко И.В., Пронькина Е.В., Ростовцев М.В., Нуднов Н.В., Годжелло М.А.
- 76 Способы диагностики сосудисто-лоханочно-мочеточникового конфликта с помощью компьютерной томографии (клинические наблюдения)
Зельтер П.М., Колсанов А.В., Соловов Д.В., Капишников А.В., Пекшева М.С.

- 82 КТ в диагностике острой абдоминальной боли без травмы в анамнезе на примере клинических случаев
Араблинский А.В., Магдебурга Ю.А.

Малый таз

- 90 Системы стандартизации оценки изображений при гибридной ПЭТ-визуализации рака предстательной железы с радиомечеными лигандами к простатспецифическому мембранному антигену: сравнительный обзор PROMISE и PSMA-RADS версии 1.0
Леонтьев А.В., Рубцова Н.А., Халимон А.И., Кулиев М.Т., Пылова И.В., Лазутина Т.Н., Хамадеева Г.Ф., Каприн А.Д.
- 100 Когнитивная мпМРТ/ТРУЗИ fusion-биопсия предстательной железы с использованием компрессионной соноэластографии
Васильев А.В., Мищенко А.В., Кадырлеев Р.А., Петрова А.С., Носов А.К., Рева С.А., Данилов В.В., Беркут М.В.
- 109 Лучевая диагностика повреждений мочевого пузыря и уретры при травме таза
Икрамов А.И., Халибаева Г.Б.
- 119 Преимущества компьютерной томографии в диагностике острой спаечной кишечной непроходимости после гинекологических операций
Муфазалов Ф.Ф., Суфияров И.Ф., Ямалова Г.Р., Хасанов А.Г.

Голова

- 127 Транскраниальная доплерография у больных с разрывом аневризм головного мозга в оценке церебральной гемодинамики и прогнозировании исходов заболевания
Хамидова Л.Т., Крылов В.В., Петриков С.С., Рыбалко Н.В.

Юбилей

- 137 Наталья Иосифовна Афанасьева – Шарль Перро отечественной рентгенологии



Contents

FROM THE INVITED EDITOR

- 6 Editor-in-chief introduction**
- 7 Contemporary view to the principles of rectal cancer diagnostics and treatment according to MRI (literature review)**
Grishko P.Yu., Balyasnikova S.S., Samsonov D.V.,
Mishchenko A.V., Karachun A.M., Pravosudov I.V.
- 27 CT-guided robotic-assisted percutaneous interventions: first experience**
Burovik I.A., Prohorov G.G., Lushina P.A.,
Vasiliev A.V., Degtiareva E.A.
- 36 Experimental Study of CT-densitometry on Physical Phantoms**
Mikhlin A.E., Kalinin P.S., Levchenko E.V., Van Ting
- 44 A case of pulmonary langerhans' cell histiocytosis mimicking osteosarcoma pulmonary metastases (clinical case)**
Kalinin P.S., Kushnarev V.A., Balkarov A.H.,
Artemyeva A.S.
- 49 New technologies in breast cancer detection – contrast enhanced dual-energy spectral mammography**
Chernaya A.V., Novikov S.N., Krivorotko P.V.,
Ulyanova R.Kh., Danilov V.V.

Abdomen

- 62 Giant fecaloma complicated by hydronephrosis and obstructive pyelonephritis (case report)**
Yudin A.L., Yumatova E.A., Marina E.A., Rudaya A.I.
- 71 Giant fecal calculus of the proximal colon. Clinical observation**
Litvinenko I.V., Pronkina E.V., Rostovtsev M.V.,
Nudnov N.V., Godzhello M.A.
- 76 The use of CT in diagnostics of vascular-ureteral conflict (case report)**
Zelter P.M., Kolsanov A.V., Solovov D.V.,
Kapishnikov A.V., Peksheva M.S.

- 82 CT in the diagnosis of nontraumatic acute abdominal pain: clinical cases**
Arablinskii A.V., Magdebura Yu.A.

Small pelvis

- 90 Imaging standardization systems for hybrid PET imaging of prostate cancer with radiolabeled prostate-specific membrane antigen ligands: comparative review of PROMISE and PSMA-RADS version 1.0**
Leontyev A.V., Rubtsova N.A., Khalimon A.I.,
Kuliev M.T., Pylova I.V., Lazutina T.N.,
Khamadeeva G.F., Kaprin A.D.
- 100 Cognitive mpMRI/TRUS biopsy of the prostate with using strain elastography**
Vasilev A.V., Mishchenko A.V., Kadyrleev R.A.,
Petrova A.S., Nosov A.K., Reva S.A., Danilov V.V.,
Berkut M.V.
- 109 Radiology diagnostics of bladder and urethral injuries in pelvic trauma**
Ikramov A.I., Khalibaeva G.B.
- 119 Advantages of computer tomography in the diagnosis of acute adhesive intestinal obstruction after gynecologic operations**
Mufazalov F.F., Sufiyarov I.F.,
Yamalova G.R., Hasanov A.G.

Head

- 127 Transcranial doppler in patients with ruptured brain aneurysms in cerebral hemodynamics evaluation and outcomes predicting**
Khamidova L.T., Krylov V.V., Petrikov S.S., Rybalko N.V.

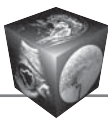
Anniversaries

- 137 Natalia I. Afanasyeva – Charles Perrault of national radiology**

ООО “Видар”

109028 Москва, а/я 16.
Контакты: тел./факс (495) 589-86-60; 768-04-34.
e-mail: karmazanovsky@ixv.ru;
url: <http://www.vidar.ru>

Свидетельство о регистрации средства
массовой информации ПИ № ФС 77-21017 от 12.05.05 г.
Формат 60 × 90 1/8. Печ. л. 18. Тираж 1500 экз.



Дорогие читатели!

Позвольте представить вам приглашенного редактора этого номера, члена редакционной коллегии нашего журнала профессора Андрея Владимировича Мищенко.

Андрей Владимирович является молодым членом редколлегии, но уже сложившимся, известным ученым, возглавляющим направление лучевой диагностики в одном из ведущих научных центров нашей страны. Приоритетом научных исследований коллектива профессора А.В. Мищенко является современная лучевая диагностика широкого спектра онкозаболеваний.

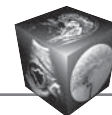
Авторский коллектив представил редакции обширный материал. После обсуждения мы пришли к выводу, что будет несправедливым урезать

авторские права тех, кто работал над научными направлениями и над научными статьями, поместив все работы в один номер журнала. Поэтому в разделе “От приглашенного редактора” выходит лишь часть поступивших в редакцию статей, а остальные работы будут опубликованы в последующих номерах.

Статьи написаны со знанием дела, интересно, богато иллюстрированы. Читатели, уверен, откроют для себя много нового, ознакомившись с этими публикациями.

Пожелаем профессору А.В. Мищенко и его научному коллективу больших творческих успехов. Пусть они всегда радуют наших читателей качественной научной продукцией.

**Главный редактор журнала “Медицинская визуализация”
член-корреспондент РАН, профессор Г.Г. Кармазановский**



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-7-26

Современный взгляд на принципы диагностики и лечения рака прямой кишки по данным МРТ (обзор литературы)

Гришко П.Ю.^{1*}, Балясникова С.С.^{1, 2, 3}, Самсонов Д.В.¹, Мищенко А.В.¹, Карачун А.М.¹, Правосудов И.В.¹

¹ НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия

² The Royal Marsden Hospital, NHS Foundation Trust, Downs Road, Sutton, Surrey, UK

³ Imperial College London, London, UK

Contemporary view to the principles of rectal cancer diagnostics and treatment according to MRI (literature review)

Grishko P.Yu.^{1*}, Balyasnikova S.S.^{1, 2, 3}, Samsonov D.V.¹, Mishchenko A.V.¹, Karachun A.M.¹, Pravosudov I.V.¹

¹ National Medical Research Center of Oncology named after N. N. Petrov, St. Petersburg, Russia

² The Royal Marsden Hospital, NHS Foundation Trust, Downs Road, Sutton, Surrey, UK

³ Imperial College London, London, UK

В статье рассматриваются последние достижения лучевой диагностики при обследовании пациентов с предполагаемым и верифицированным раком прямой кишки на различных этапах лечебно-диагностического процесса. Показана высокая роль качественной визуализации в диагностике рака прямой кишки, подробно описываются возможности магнитно-резонансной томографии в первичной диагностике заболевания и при рестадировании опухоли после проведения неoadъювантного лечения, обсуждаются оптимальная методика проведения исследования и принципы интерпретации полученных данных в ежедневной практике.

Ключевые слова: рак прямой кишки, диагностика, оценка распространенности, неoadъювантное лечение, магнитно-резонансная томография.

Ссылка для цитирования: Гришко П.Ю., Балясникова С.С., Самсонов Д.В., Мищенко А.В., Карачун А.М., Правосудов И.В. Современный взгляд на принципы диагностики и лечения рака прямой кишки по данным МРТ (обзор литературы). *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 7–26.

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-7-26.

In this article are reviewed the most recent diagnostic methods for patients with probable and verified rectal can-

cer, in different stages of treatment. The importance of high quality visualization of rectal cancer, opportunities of magnetic resonance imaging in primary diagnosis and restaging of the disease after neoadjuvant chemotherapy, optimal examination methods and interpretation of images in routine are discussed.

Key words: rectal cancer, diagnostics, disease extent assessment, neoadjuvant chemotherapy, magnetic resonance imaging.

Recommended citation: Grishko P.Yu., Balyasnikova S.S., Samsonov D.V., Mishchenko A.V., Karachun A.M., Pravosudov I.V. Contemporary view to the principles of rectal cancer diagnostics and treatment according to MRI (literature review). *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 7–26. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-7-26.

Эпидемиологические сведения

Рак прямой кишки (РПК) в настоящее время остается одним из самых распространенных онкологических заболеваний в мире. По данным Всемирной организации здравоохранения, отмечается непрерывный рост заболеваемости и смертности от РПК у представителей обоих полов [1].



Так, согласно мировой статистике Международного агентства по изучению рака (International Agency for Research on Cancer, IARC), выявляется до 1 млн новых случаев рака данной локализации ежегодно [2], в Российской Федерации – более 58 тыс. [3]. Известно, что частота возникновения колоректального рака увеличивается с возрастом; основную группу больных составляют лица в возрасте 60–64 лет [4]. Ежегодно более 500 тыс. человек по всему миру и более 8 тыс. в России погибает от этих новообразований [5].

Классификация и принципы стадирования колоректального рака

Большое количество типов гистологического строения и характерных особенностей роста послужило основой для появления разнообразных классификаций колоректального рака по различным признакам. По форме роста различают:

экзофитную – чаще всего имеет грибовидную форму, растущую внутрипросветно;

эндофитную – прорастает в толщу стенки кишки и представлена в виде инфильтрирующей язвы с закругленными валикообразными краями.

Основная часть всех карцином толстой кишки (95–98%) представлена аденокарциномами различной степени дифференцировки, слизеобразующими аденокарциномами и перстневидноклеточным раком, которые развиваются из аденом [1, 6]. Частота встречаемости других гистологических типов опухолей прямой и ободочной кишки варьирует в пределах 2–5%. Среди них: гастроинтестинальная стромальная опухоль (ГИСО или GIST), карциноидная опухоль, лейомиосаркома, лимфома, ангиосаркома Капоши и др. [7]. Опухоли анального канала представляют отдельную нозологическую группу заболеваний, которая включает в большинстве случаев плоскоклеточный рак, железисто-плоскоклеточный рак, базально-клеточный рак.

Общепринята международная классификация злокачественных новообразований объединенного Американского комитета по раку (The American Joint Committee on Cancer, AJCC) и Союза международного контроля над раковыми заболеваниями (Union for International Cancer Control, UICC) [8]. Согласно последней 8-й редакции, для стадирования аденокарцином прямой кишки используются следующие критерии TNM (табл. 1).

Таблица 1. TNM-критерии рака прямой кишки (AJCC, 8-е издание)

Table 1. TNM classification of rectal cancer (AJCC, 8th ed.)

Т-критерий (первичная опухоль)

TX: недостаточно данных для оценки первичной опухоли

T0: признаки первичной опухоли отсутствуют

Tis: карцинома *in situ*; представляет собой интраэпителиальный рак или рак с инвазией в собственную пластинку

T1: опухоль инфильтрирует подслизистый слой

T2: опухоль инфильтрирует собственную мышечную оболочку

T3: опухоль инфильтрирует субсерозный слой или паракишечную или параректальную клетчатку, не покрытую брюшиной

T4: опухоль распространяется на соседние органы или структуры и/или прорастает висцеральную брюшину

T4a: опухоль прорастает висцеральную брюшину

T4b: опухоль непосредственно прорастает другие органы и/или структуры

N-критерий (регионарные лимфатические узлы (ЛУ))

Nx: недостаточно данных для регионарных ЛУ

N0: метастатически пораженные ЛУ не определяются

N1: метастатическое поражение от 1 до 3 регионарных ЛУ

N1a: метастатическое поражение в 1 регионарном ЛУ

N1b: метастатическое поражение в 2–3 регионарных ЛУ

N1c: отсутствие пораженных регионарных ЛУ и наличие опухолевых депозитов в субсерозном слое, брыжейке, периколитической и мезоректальной клетчатке

N2: метастазы определяются в 4 и более регионарных ЛУ

N2a: метастазы в 4–6 регионарных ЛУ

N2b: метастазы в 7 и более регионарных ЛУ

M-критерий (отдаленные метастазы)

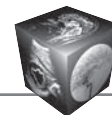
M0: отдаленные метастазы не визуализируются

M1: отдаленные метастазы

M1a: метастазы в 1 орган без поражения брюшины

M1b: метастазы в 2 или более органах без поражения брюшины

M1c: метастазы по брюшине определяются отдельно или совместно с другими метастазами в органы



Оценка местной распространенности РПК

В настоящее время основными методами стадирования РПК являются эндоскопическое ультразвуковое исследование (УЗИ), компьютерная томография и магнитно-резонансная томография (МРТ). Все они в определенной мере позволяют оценить глубину инвазии кишечной стенки (Т-критерий по классификации TNM), вовлеченность ЛУ (N-критерий) и мезоректальной фасции (МРФ), инвазию анального сфинктера, экстрамуральную венозную инвазию, наличие отдаленных метастазов. Однако, по мнению ряда авторов, МРТ может считаться одним из наиболее информативных методов определения местной распространенности опухолевого процесса [9, 10]. МРТ благодаря высокой мягкотканной контрастности и изображениям высокого разрешения позволяет получать картину, максимально приближенную к анатомической [11], что в свою очередь способствовало широкому внедрению данного метода в клиническую практику [12]. В ходе исследований ряда авторов при сопоставлении степени местного распространения опухоли при Т2- и Т3-критериях МРТ показала высокую степень соответствия (от 75 до 92%) с данными гистологического исследования [13, 14]. МРТ также позволяет отчетливо локализовать уровень опухолевого процесса за счет хорошей дифференциации слоев кишечной стенки, мезоректальной клетчатки и фасции, создает условия для адекватной оценки глубины инвазии и степени поражения параректальных структур [15], определения инвазии соседних органов и ЛУ [16].

Методика МР-исследования

На сегодняшний день существует ряд рекомендаций по проведению МР-исследований у пациентов с РПК, утвержденных Европейским сообществом гастроэнтерологической и абдоминальной радиологии (European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology, ESGAR) в 2016 г., которые базируются на данных проспективного исследования MERCURY Group [10, 17, 18].

Основными положениями данных рекомендаций являются:

1. Оптимальная напряженность магнитного поля у томографа должна составлять не менее 1,5 Тл, что позволяет отчетливо дифференцировать все слои кишечной стенки.
2. Используется поверхностная фазированная катушка. Обычно применение эндоректальной катушки не рекомендуется.
3. Использование трансректального контрастирования не рекомендуется. Хотя существует

ряд работ, в которых авторы получали более высокие показатели чувствительности и специфичности при использовании внутримышечного контрастирования благодаря расправлению стенок кишки и лучшей визуализации опухолей небольших размеров [19]. Однако было доказано, что перерастяжение стенок кишки приводит к сокращению истинной толщины мезоректума, что в свою очередь значительно снижает диагностическую точность МРТ [20].

4. Протокол исследования должен включать 2D T2-взвешенные последовательности в 3 плоскостях. Сагиттальные серии используются для определения продольной оси опухоли, оценки ее длины и высоты, взаимосвязи с брюшиной и другими соседними структурами. Затем выполняют высокоразрешающие последовательности с толщиной среза не более 3 мм (и минимальным FOV) по короткой и длинной оси кишки. Они необходимы для оценки глубины инвазии в пределах стенки кишки, МРФ и прилегающей мезоректальной клетчатки. Следует отметить, что для нижеампулярных опухолей прямой кишки, расположенных ниже пуборектальной мышцы, плоскость сканирования должна определяться относительно анального канала для оценки взаимоотношения со сфинктерным аппаратом и леваторами.

5. Иногда рекомендуется использовать дополнительные последовательности: аксиальные серии T1-взвешенных изображений (ВИ) и T2ВИ с большим FOV, от подвздошных гребней до бугристой седяльной кости, а также T2ВИ в коронарной плоскости с большим полем обзора для полного охвата зоны последующей операции с целью предоперационного планирования и выявления дополнительных индивидуальных особенностей.

6. Использование внутривенного контрастного усиления при стадировании опухолей прямой кишки и оценке поражения ЛУ не рекомендуется в повседневной практике. Внутривенное контрастирование гадолиний-содержащими препаратами широко используется в большом количестве медицинских учреждений. Однако проведенные исследования не показали увеличения диагностической эффективности как при оценке последовательностей с контрастированием отдельно, так и в сочетании с T2ВИ высокого разрешения [21]. Так, по данным S. Jao и соавт., точность при раздельной оценке Т-критерия на T2ВИ и изображений с контрастированием составила 75–82%, N-критерия – 65–69%, а при комбинированном анализе данных последовательностей 84–86% и 71–76% соответственно [22].

7. В протокол исследования после проведения предоперационной химиолучевой терапии (ХЛТ)



рекомендуется включить диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ) с высоким b-фактором ≥ 800 . При этом исследование до лечения может не иметь ДВИ, так как отсутствует необходимость сравнения с ним, как в случае с Т2ВИ. Оценка изображений должна состоять из анализа ДВИ и карт измеряемого коэффициента диффузии (ИКД). Однако количественная оценка ИКД-карт в повседневной практике из-за отсутствия стандартизированных протоколов и валидированных пороговых значений, как правило, не выполняется. С другой стороны, ДВИ в большинстве случаев не дают дополнительных преимуществ при первичном стадировании РПК. В то же время некоторыми исследователями получены обнадеживающие данные, подтверждающие, что использование этого режима повышает диагностическую способность МРТ в оценке ответа на проводимую неоадьювантную химиолучевую терапию (НХЛТ) [23, 24].

8. Получению качественных МР-данных при РПК может помешать ряд обстоятельств, включающих в себя артефакты от движения (кишечника, мочевого пузыря и передней брюшной стенки), а также неоптимальное соотношение сигнал–шум. Артефакты от движения, обусловленные движением передней брюшной стенки, могут быть устранены путем размещения сатуратора в области передней брюшной стенки, перед мочевым пузырем; для снижения артефактов от кишечника можно использовать утяжелители (например, подушки с песком), размещаемые на животе, а также предварительный прием спазмолитических препаратов (например, бускопан, дротаверин, глюкагон).

Таким образом, качество получаемых изображений, от которых зависит информативность МРТ, напрямую зависит от используемых протоколов исследования и методики сканирования.

МР-анатомия прямой кишки

Прямая кишка – это терминальный отдел пищеварительного тракта, расположенный дистальнее сигмовидной кишки до уровня анального края, имеющий длину 15–18 см. Он разделен на несколько частей: анальный канал – узкая часть прямой кишки, проходящая через промежность, находящаяся дистальнее, ближе к анальному отверстию, и три отдела ампулярной части: нижне-, средне- и верхнеампулярный (протяженность каждого условно равняется 5 см). Ректосигмоидный отдел имеет переменное расположение от уровня мыса крестца до тела S_{III}-позвонка.

На Т2ВИ высокого разрешения можно выделить три слоя стенки прямой кишки [10]. Самый

внутренний, слизистый, слой представлен в виде тонкой гипоинтенсивной полоски. Средний – подслизистый слой, имеет гиперинтенсивный МР-сигнал. Внешний, мышечный, слой состоит из внутреннего циркулярного и наружного продольного пучков мышц. Обычно слои мышечной оболочки дифференцировать не удается, и они визуализируются как один слой в виде изо-гипоинтенсивного МР-сигнала, имеющего четкую границу с мезоректальной клетчаткой.

Прямая кишка имеет серозную оболочку только выше уровня переходной складки брюшины, вдоль передней и боковых поверхностей в верхней трети и передней поверхности в средней трети прямой кишки. Переходная складка брюшины четко визуализируется на Т2ВИ в сагитальной и аксиальной проекциях в виде линии, идущей от задней поверхности семенных пузырьков (у мужчин), шейки или тела матки (у женщин) к передней поверхности кишечной стенки (рис. 1, а). На аксиальных срезах она определяется в виде V-образной тонкой гипоинтенсивной линии (рис. 1, б). Ниже уровня переходной складки брюшины прямая кишка окружена мезоректальной клетчаткой, которая ограничена тонкой МРФ, сливающейся с фасцией Денонвиллье или ретроагинальной фасцией клепреди и пресакральной фасцией кзади. МРФ полностью окружает прямую кишку только в нижней трети, представляет собой тонкий фасциальный футляр, ограничивающий прямую кишку и окружающую ее жировую клетчатку с параректальными сосудами и лимфатическими коллекторами (рис. 2). На Т2ВИ она визуализируется в виде гипоинтенсивной циркулярной линии. Книзу МРФ истончается и соприкасается с внутренней поверхностью *m. levator ani*, сливается с фасцией таза. Пресакральная фасция – это задняя часть париетального листка фасции таза, которая ограничивает пресакральную клетчатку, а также расположенные в ней пресакральные вены и сплетения.

M. levator ani – парная мышца, состоящая из *mm. puborectalis*, *pubococcygeus*, *illeococcygeus* и *lig. anococcygeus* (фиброзной связки).

Анальный канал – дистальный отдел прямой кишки. Его верхней границей является зубчатая линия (переход многослойного плоского неороговевающего эпителия анального канала в однослойный цилиндрический или кубовидный эпителий слизистой оболочки прямой кишки), ей анатомически соответствует уровень верхнего края *m. puborectalis*, которая окружает прямую кишку на уровне перехода леваторов в наружный сфинктер анального канала в виде петли. Анальный канал состоит из двух сфинктеров и межсфинктерного пространства. Внутренний сфинктер являет-

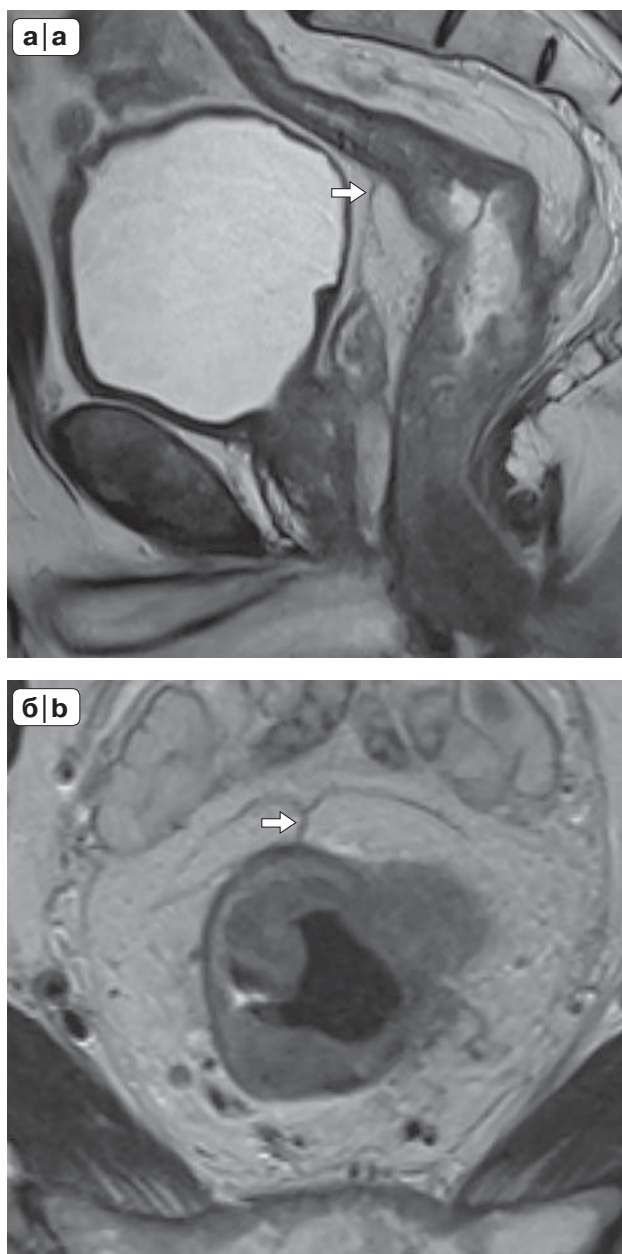
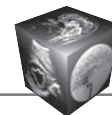


Рис. 1. МРТ, Т2ВИ в сагитальной (а) и аксиальной (б) плоскостях. Переходная складка тазовой брюшины (белая стрелка).

Fig. 1. MRI, sagittal (a) and axial (b) T2-weighted image. Anterior peritoneal reflection (white arrow).

ся продолжением циркулярных мышечных волокон мышечного слоя нижеампулярного отдела прямой кишки, наружный сфинктер представлен поперечно-полосатыми мышечными волокнами.

Анальный канал заканчивается анальным краем – это граница, где дистальная граница анального канала достигает поверхности кожи, переход эпителия анального канала в многослойный ороговевающий эпителий перианальной кожи.

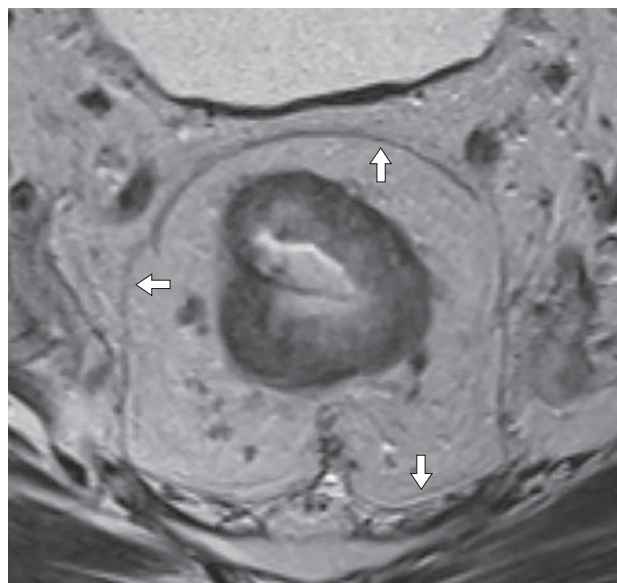


Рис. 2. МРТ, Т2ВИ в аксиальной плоскости на уровне среднеампулярного отдела прямой кишки. Мезоректальная фасция (белые стрелки).

Fig. 2. MRI, Axial T2-weighted image, mid rectum level. Mesorectal fascia (white arrows).

Локализация опухоли

Определение точной локализации опухоли и уровня поражения имеет принципиальное клиническое значение [25]. Помимо указания отдела прямой кишки, который она поражает, обязательным является регистрация расстояния от анального края и от уровня верхнего края *m. puborectalis* (зубчатой линии) до дистального края опухоли, поскольку данная информация позволит планировать лечение и прогнозировать возможное выполнение сфинктерсохраняющих вмешательств. Также измеряется протяженность опухолевых изменений и их распространенность по окружности относительно “часов условного циферблата”. Эти характеристики обязательно учитываются при определении дальнейшей тактики лечения, в том числе возможности выполнения радикальных хирургических вмешательств.

Т-критерий

Т-критерий отражает степень инвазии кишечной стенки опухолью и ее распространение за пределы мышечного слоя в окружающую клетчатку. Данный критерий является одним из ключевых в определении прогноза безрецидивной и общей выживаемости. Еще С. Dukes и соавт. в 1932 г. доказали, что наиболее неблагоприятным прогностическим фактором является выраженное экстрамуральное распространение опухоли, при этом



показатель общей выживаемости сокращается практически в 2 раза [26].

Проведенный метаанализ большого количества исследований в определении Т-критерия РПК при МРТ высокого разрешения (ВР-МРТ) показал, что точность данного метода составляет 85%, чувствительность – 87%, а специфичность – 75% [13].

На МР-изображениях в режиме Т2ВИ опухолевая ткань обычно имеет сигнал средней интенсивности и определяется (в зависимости от размеров и распространенности) как участок локального утолщения стенки кишки с закругленными краями, инфильтрирующий стенку кишки и мезоректальную клетчатку [27]. В свою очередь существуют опухоли, в структуре которых может определяться муцинозный компонент, характеризующийся гиперинтенсивным сигналом на Т2ВИ и чаще локализующийся в подслизистом или мышечном слое. При таком расположении опухоли часто не визуализируются при эндоскопии или имеют поверхностно-расположенные клетки доброкачественных аденом, а опухолевая инвазия располагается в более глубоких слоях стенки кишки, не доступных при стандартных “поверхностных биопсиях”, что затрудняет забор тканей при биопсии.

Минимальная поверхностная инвазия опухоли (Т1-критерий), согласно TNM-классификации, характеризуется инфильтрацией стенки кишки до мышечного слоя. Для стадирования и определения глубины прорастания опухоли в подслизистый слой (submucosa – sm) R. Kikuchi и соавт. [28] была предложена классификация степени инвазии подслизистого слоя опухолью:

Т1sm1 – (поверхностная подслизистая инвазия) опухоль прорастает до 1/3 подслизистого слоя (на глубину 200–300 мкм);

Т1sm2 – (промежуточный уровень подслизистой инвазии) до 2/3 подслизистого слоя;

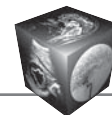
Т1sm3 – (глубокая подслизистая инвазия) инфильтрация опухолью всей толщины подслизистого слоя до мышечной оболочки.

Т2-критерий соответствует вовлечению мышечного слоя без признаков распространения на окружающую клетчатку. С точки зрения хирургического лечения, очень важным является четкое разграничение Т1- и Т2-критериев опухолевого распространения [29], так как при начальном распространении (частичное сохранение подслизистого слоя) возможно выполнение малоинвазивных органосохраняющих оперативных вмешательств. Надо признать, что на сегодняшний день МРТ не всегда позволяет эффективно дифференцировать степень инвазии подслизистого и мышечного слоев.

По этой причине эндоректальное УЗИ считается более достоверным инструментом в решении данной задачи [10]. Однако в последнее время отмечается появление работ, показывающих высокую точность (до 89%) в определении частичной или полной инвазии подслизистого слоя с помощью использования ВР-последовательностей на многоканальных МР-томографах с высокими градиентами [30].

Т3-критерий характеризуется распространением опухоли за пределы мышечного слоя в мезоректальную клетчатку. Было доказано, что ВР-МРТ на Т2-изображениях позволяет достоверно визуализировать нечеткость контуров и потерю непрерывности слоев мышечной оболочки за счет участков средней интенсивности от опухолевой ткани с точностью глубины инвазии до 0,5 мм мезоректальной клетчатки [31]. Как было описано ранее, глубина инвазии мезоректальной клетчатки имеет прогностическое значение, поэтому, согласно последней версии классификации AJCC, предложено стратифицировать Т3-критерий в зависимости от глубины инвазии клетчатки именно по данным МРТ: Т3а (<1 мм); Т3b (2–5 мм); Т3с (6–15 мм); Т3d (>15 мм) [32]. Так, по литературным данным, опухоли с Т3-критерием и распространением ≤5 мм в мезоректум имеют 5-летнюю выживаемость 85%, тогда как опухоли Т3 с экстрамуральным распространением >5 мм имеют 5-летнюю выживаемость 54% [17, 33]. Поэтому глубину экстрамурального распространения в миллиметрах необходимо обязательно указывать в заключении.

Необходимо констатировать тот факт, что многие исследователи описывают ряд сложностей при определении Т-критерия РПК. Так, например, иногда дифференцировка минимальной истинной инвазии опухолью (Т3а) мезоректума от перитуморальной десмопластической реакции в прилежащей клетчатке на уровне опухолевой площадки может быть затруднительной. Поэтому следует крайне внимательно анализировать изображения ВР-МРТ, качество которых имеет принципиальное значение. При этом оно позволяет отличить низкоинтенсивный сигнал от спикул, указывающий на десмопластическую реакцию или анатомический ход мышечных волокон, попавших в срез под определенным углом, а также наличие МР-сигнала средней интенсивности от опухолевой ткани. Следует отметить, что при первоначальном выявлении любых спикул в мезоректальной клетчатке такую ситуацию необходимо расценивать как возможную минимальную инвазию (Т2/Т3а). Тем более, что существенной разницы в тактике лечения пациентов с инвазией в пределах кишечной стенки



и пациентов с минимальной инвазией в параректальную клетчатку на сегодняшний день, как правило, не отмечается [34].

Распространение опухолевого процесса на соседние органы стадируется как T4b-критерий и является не менее важным при планировании объема оперативного лечения. Наиболее подвержены такому распространению опухоли нижеампулярного отдела прямой кишки ввиду минимальной толщины мезоректальной клетчатки на этом уровне, а также опухоли на уровне переходной складки тазовой брюшины, которые при ее инвазии трактуются как T4a [10]. Таким образом, необходима достоверная оценка толщины жировой клетчатки между опухолью и смежным органом. Неадекватный (не перпендикулярный к просвету кишки на уровне опухолевой площадки) наклон при ориентации срезов даже при ВР-MPT может вызвать “размытие” границ соседних структур, что часто приводит к неправильной интерпретации результатов. Описаны 3 условных варианта отсутствия или наличия предполагаемой степени инвазии [35]: “без инвазии” – отчетливо определяется прослойка клетчатки между опухолью и органом; “возможная инвазия” – случаи, когда отчетливо проследить промежуточную жировую клетчатку не удается, однако в структуре прилежащего соседнего органа отсутствует МР-сигнал от опухолевой ткани; “явная инвазия” – отсутствует жировая клетчатка между опухолью и прилежащим органом и имеется замещение его структуры за счет участков с МР-сигналом, соответствующим опухолевой ткани.

Следует отметить, что при опухолях средне- и верхнеампулярного отделов прямой кишки необходимо тщательно оценивать инвазию переходной складки тазовой брюшины (T4a), так как неправильная трактовка переводит опухоль в T3-критерий, а опухоли с T4-критерием требуют проведения ХЛТ в особом режиме для снижения риска возникновения рецидива либо расширения объема оперативного вмешательства.

Таким образом, критерий глубины инвазии является одним из наиболее важных в определении тактики лечения больных РПК, позволяющий выявлять пациентов, которым необходимо проведение предоперационной или неоадьювантной ХЛТ.

N-критерий

Мезоректальные лимфатические узлы

Наряду с T-критерием оценка поражения ЛУ является важным фактором прогноза выживаемости, а также планирования предоперационного лечения. Обычно сначала происходит поражение ЛУ в мезоректальной клетчатке на уровне опухоле-

вых изменений и выше. Большое количество подозрительных на метастатическое поражение ЛУ, а также близкое расположение к потенциальному краю резекции (к МРФ) повышает вероятность возникновения локорегионарного рецидива [36], а следовательно, появляется необходимость в проведении курса НХЛТ. Однако было доказано, что хорошее качество выполнения хирургического вмешательства в объеме тотальной мезоректумэктомии (Total mesorectal excision – TME), даже при наличии ЛУ в мезоректуме вблизи фасции, не приводит к увеличению риска возникновения рецидива [37]. При этом следует констатировать тот факт, что низкая точность выявления пораженных ЛУ при РПК характерна для всех методов лучевой диагностики [38]. Так, чувствительность и специфичность МРТ в определении метастатического поражения ЛУ составляет 77 и 71% [13], при этом использование только оценки размера ЛУ с различными пороговыми значениями от 3 до 10 мм как критерия их поражения приводит к ложноположительным результатам [39]. Чтобы несколько повысить точность выявления опухолевого поражения ЛУ было предложено использовать ряд дополнительных морфологических критериев для их оценки [40].

Так, согласно рекомендациям Европейского сообщества гастроэнтерологической и абдоминальной радиологии (ESGAR) от 2016 г., был разработан алгоритм комплексной оценки ЛУ [10].

Согласно этой системе, ЛУ являются метастатически пораженным, если:

- 1) диаметр ЛУ по короткой оси ≥ 9 мм;
- 2) диаметр ЛУ по короткой оси от 5 до 8 мм и определяются по крайней мере 2 дополнительных морфологических критерия*;
- 3) диаметр ЛУ по короткой оси < 5 мм и выявлены все 3 дополнительных морфологических критерия*.

Такой подход подтверждают исследования, в ходе которых было доказано, что только использование критерия размера ненадежно, так как от 30 до 50% всех метастатических узлов при РПК не превышают в диаметре 5 мм [41]. Таким образом, на сегодняшний день ранее считавшиеся необязательными для анализа критерии метастатического поражения ЛУ в виде наличия округлой формы, гетерогенности их структуры и нечеткости контуров становятся более весомыми. При мета-

* Дополнительные морфологические критерии, вызывающие подозрение о злокачественном поражении ЛУ:

- 1) округлая форма;
- 2) неровные контуры;
- 3) гетерогенная структура.



статическом поражении замещение лимфоидной ткани опухолью приводит к неоднородности структуры измененного ЛУ и отсутствию отчетливой визуализации коркового слоя, а распространение процесса за пределы капсулы к неровности контуров [40]. Сегодня данные критерии считаются наиболее достоверными, так как ВР-MPT позволяет четко оценивать первоначальную макроскопическую картину ЛУ. Существует мнение, что наличие большого количества увеличенных, но неизмененных морфологически ЛУ – это хороший признак, который свидетельствует о высоком иммунном ответе [42].

Более того, после проведения предоперационной ХЛТ обычно отмечается уменьшение количества ЛУ в мезоректальной клетчатке, при этом в первую очередь реагируют гиперплазированные ЛУ за счет уменьшения реактивного воспаления. С другой стороны, даже при полном регрессе первичной опухоли в структуре сохраняющихся ЛУ могут оставаться жизнеспособные опухолевые клетки без макроскопических признаков поражения по данным МРТ. Поэтому при планировании хирургического лечения стоит не только опираться на морфологические критерии, но и обязательно фиксировать в заключении ЛУ, диаметр которых по короткой оси ≥ 5 мм с маркировкой их локализации.

Экстрамезоректальные лимфатические узлы

Помимо мезоректальных ЛУ, необходимо характеризовать ЛУ в клетчатке таза (вдоль наружных, внутренних, общих подвздошных сосудов). Нередко обнаружение подозрительных на метастатическое поражение ЛУ этих групп принципиально меняет план лучевой терапии (ЛТ). Также такие находки требуют расширения хирургического поля с выполнением латеральной лимфодиссекции, поскольку эти ЛУ не могут быть удалены путем выполнения стандартной операции ТМЕ [17]. Для оценки тазовых ЛУ рекомендовано использование качественных критериев, описанных выше для мезоректальных ЛУ. Поэтому ЛУ, имеющие гетерогенный сигнал, нечеткие контуры, вне зависимости от размера с высокой вероятностью следует считать пораженными [10, 17, 35].

Таким образом, основными критериями метастатического поражения ЛУ являются их морфологические критерии. И несмотря на то что достоверная оценка пораженности ЛУ в мезоректальной клетчатке и клетчатке таза часто вызывает большие трудности, их стадирование крайне необходимо для определения тактики лечения и оценки ответа на неоадьювантную терапию.

Инвазия экстрамуральных венозных сосудов мезоректума

Венозный отток от прямой кишки хорошо изучен и характеризуется наличием прямокишечных вен, по которым венозная кровь оттекает от разных отделов прямой кишки. Особенностью опухолевого распространения РПК следует считать диссеминацию клеток по венозным коллекторам с формированием венозной инвазии. Экстрамуральная венозная инвазия (extramural venous invasion – EMVI) формируется вследствие “блокирования” сосуда опухолевым депозитом и последующей инвазией его стенок с разрастанием опухолевой ткани вокруг сосуда.

В своем исследовании N. Smith и соавт. доказали, что данный признак является фактором риска для возникновения местных и отдаленных рецидивов, в особенности формирования метастазов в печень, и, как результат, причиной снижения общей и безрецидивной выживаемости практически в 2 раза [43]. На МР-изображениях EMVI определяется в виде промежуточного МР-сигнала от опухолевой ткани, схожего с МР-сигналом первичной опухоли, и прорастающая венозные сосуды в мезоректальной клетчатке. Кроме того, EMVI характеризуется увеличением калибра пораженного сосуда, а при более выраженном распространении выходом за пределы его стенок и инвазией окружающей клетчатки и, возможно, соседних структур. Группой экспертов ESGAR в 2016 г. было предложено проводить оценку EMVI не только при первичной диагностике, но и при рестадировании опухоли после НХЛТ. В своей работе M. Chand и соавт. в 2014 г. доказали, что изменение EMVI с положительной на отрицательную после проведения НХЛТ значительно улучшает показатели 3-летней безрецидивной выживаемости [44]. Однако гистологическое исследование, по-видимому, обладает меньшей чувствительностью к выявлению EMVI, особенно после проведения НХЛТ [45]. Поэтому, зная результаты МРТ, гистологическое исследование может быть проведено более тщательно, что позволит улучшить показатели в обнаружении венозной инвазии.

Отдельным прогностическим критерием, который часто ассоциирован с венозной инвазией, является наличие узловых структур, которые представляют собой опухолевые депозиты (N1c) и локализуются в субсерозном слое, мезоректальной или параколической клетчатке. При гистологическом исследовании в них полностью отсутствуют лимфоидная ткань, сосудистые и нервные элементы. На МР-томограммах такие депозиты характеризуются связью с расширенным сосудом и отличаются от ЛУ отсутствием капсулы и нечет-

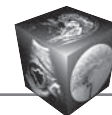


Таблица 2. TNM-стадирование рака анального канала (AJCC, 8-е издание)

Table 2. TNM classification of anal canal (AJCC, 8th ed)

Т-критерий (первичная опухоль)	
TX:	недостаточно данных для оценки первичной опухоли
T0:	признаки первичной опухоли отсутствуют
Tis:	карцинома <i>in situ</i>
T1:	опухоль в наибольшем измерении 2 см или меньше
T2:	опухоль в наибольшем измерении >2 см, но < 5 см
T3:	опухоль в наибольшем измерении >5 см
T4:	опухоль любого размера, поражающая соседние органы
N-критерий (регионарные ЛУ)	
NX:	недостаточно данных для регионарных ЛУ
N0:	метастатически пораженные ЛУ не определяются
N1:	метастазы в регионарных ЛУ
N1a:	метастазы в паховых, мезоректальных, и/или во внутренних подвздошных ЛУ
N1b:	метастазы в наружных подвздошных ЛУ
N1c:	метастазы в наружных подвздошных и в паховых, мезоректальных и/или внутренних подвздошных ЛУ
M-критерий (отдаленные метастазы)	
M0:	отдаленные метастазы не визуализируются
M1:	наличие отдаленных метастазов

костью контуров. При их наличии и при обнаружении признаков венозной инвазии эти опухолевые депозиты отмечаются в заключении как EMVI+, N1c. Однако если депозиты определяются без признаков опухолевой венозной инвазии, то в этом случае в заключении указывается EMVI-, N1c.

Инвазия анального сфинктера

Оценка состояния анального сфинктера необходима при низких опухолях прямой кишки или при опухолях, распространяющихся ниже уровня *m. puborectalis*. Полученные данные помогут принять решение о выборе типа оперативного вмешательства и его радикальности, а также необходимости проведения предоперационной ХЛТ для возможности выполнения сфинктерсохраняющей операции. Для качественной оценки рекомендуется получать Т2ВИ с высоким разрешением в аксиальной и корональной плоскостях строго перпендикулярно и параллельно стенкам анального сфинктера. При интерпретации полученных изображений необходимо указывать протяженность изменений в анальном канале, состояние леваторов, а также отмечать поражение внутреннего сфинктера, распространение на межсфинктерное пространство и наружный сфинктер.

Для определения Т-критерия плоскоклеточного рака анального канала используется следующая классификация (табл. 2).

Общие принципы лечения РПК

Хирургическое лечение

Тактика лечения РПК зависит от локализации опухоли, степени инвазии стенки, наличия пораженных ЛУ и отдаленных гематогенных метастазов [46]. В настоящее время хирургический метод является основным в лечении больных с нематастическим РПК. При распространении опухоли в пределах слизистой (Tis) возможно эндоскопическое иссечение опухоли, которое включает в себя эндоскопическую диссекцию и ТЭО (транс-анальная эндоскопическая операция) – является частным видом ТЕМ (transanal endoscopic microsurgery). При более глубоком распространении опухоли (T1sm2-3, T2), как правило, выполняют ТМЕ. Как было указано выше, ТМЕ на сегодняшний день признана основной наиболее распространенной хирургической методикой. Ее принцип заключается в выполнении резекции прямой кишки единым блоком в пределах фасциального футляра МРФ, который включает опухоль с прямой кишкой и мезоректальную клетчатку с параректальными лимфатическими коллекторами. Первым, кто описал “цилиндрическую концепцию” распространения опухоли прямой кишки и обосновал необходимость такого принципа удаления опухоли, был William Ernest Miles в 1908 г. [47]. Благодаря применению данной методики удалось снизить количество местных рецидивов с 90 до 29,5%. Тем не менее прошло более 80 лет, прежде чем R.J. Heald (1988, 1998) разработал современную технику и подробно описал методику ТМЕ, доказав значимое снижение местного рецидивирования РПК при использовании предложенной им технологии [48, 49]. Таким образом, произошло изменение основных принципов хирургических вмешательств у больных РПК, а полученные успешные результаты лечения сделали ТМЕ “золотым стандартом” оперативного лечения таких больных.

Еще одним подтверждением важности выполнения ТМЕ у больных РПК стали результаты, опубликованные патоморфологом P. Quirke в 2000 г. [37]. Им был предложен новый термин – циркулярный (латеральный) край резекции (circumferential resection margin, CRM), который анатомически представлен МРФ и является в своем роде хирургической плоскостью, ограничивающей резекцию при выполнении ТМЕ [17, 35]. P. Quirke доказал, что при анализе удаленного препарата необходимо проводить качественную оценку про-



веденной ТМЕ, так как повреждение МРФ и положительный циркулярный край резекции существенно повышают риск возникновения местного рецидива и отдаленных метастазов [37, 50]. Для этого он предложил производить последовательные поперечные срезы послеоперационного материала толщиной 5–10 мм для оценки латерального распространения опухоли.

Следует помнить, что CRM относится к неперионезированной части прямой кишки [35]. Так, например, опухоль верхнеампулярного отдела прямой кишки по передней стенке, распространяющаяся на брюшину, будет стадирована как T4a, но при этом характеризоваться отрицательным CRM. При низких опухолях, когда МРФ уже не определяется, для определения CRM важно оценивать отношение опухоли к *m. levator ani* и межсфинктерному пространству. Несмотря на то что CRM является хирургическим и патоморфологическим критерием, с целью прогностической оценки успеха хирургического лечения в ходе мультицентрового исследования MERCURY (2011) была разработана и апробирована концепция использования оценки CRM при анализе МР-томограмм. Исследование MERCURY показало, что при вовлеченном CRM на предоперационных томограммах риск локального рецидивирования был значительно выше, а безрецидивная выживаемость уменьшалась [51, 52]. Оценка mrCRM производится путем измерения кратчайшего расстояния между самым внешним краем опухоли до плоскости границы резекции (при ТМЕ – до МРФ) и указывается позицией на “часах условного циферблата”. Доказано, что ВР-МРТ является наиболее точной методикой определения CRM-инвазии с высокими показателями чувствительности 94% и специфичности 85% [53, 54]. Однако следует отметить, что, помимо самой опухоли, положительный край резекции может быть обусловлен наличием прилежащих метастатически пораженных ЛУ в мезоректальной клетчатке и опухолевых венозных депозитов [17]. Таким образом, mrCRM-статус расценивается как: а) “отрицательный”, если расстояние от опухоли, ЛУ, депозитов до МРФ > 1 мм; б) “положительный”, если расстояние между опухолью, ЛУ, депозитами и МРФ < 1 мм. В своем исследовании F. Taylor и соавт. продемонстрировали, что частота локального рецидивирования отмечалась всего лишь в 3% случаев при расстоянии более 1 мм от опухоли до МРФ по данным МРТ [55].

Еще одним критерием резектабельности опухоли, который необходимо указывать при анализе МР-томограмм, является расстояние до боковой стенки таза. При высоких опухолях прямой кишки

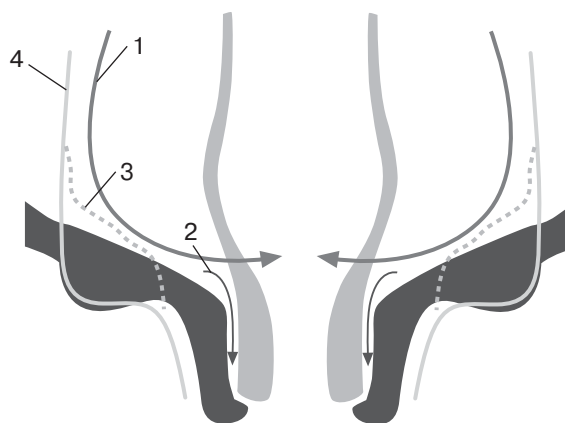


Рис 3. Схема резекции основных типов хирургического вмешательства: передняя резекция (1); межсфинктерная резекция (2); брюшно-промежностная экстирпация (3); экстраlevatorная брюшно-промежностная экстирпация (4) [77].

Fig. 3. The scheme of resection of the main types of surgical intervention: anterior resection (1), intersphincteric resection (2), abdomino-perineal resection (3); extralevator abdomino-perineal excision (4) [77].

или при большом распространении опухолевого процесса необходимо оценивать расстояние до боковой стенки таза и ее вовлеченность, а также расстояние до подвздошных сосудов.

Таким образом, в зависимости от распространности опухолевого процесса и его локализации существует ряд основных типов возможного оперативного вмешательства (рис. 3):

1. Передняя резекция (ПР) (Anterior Resection – AR)

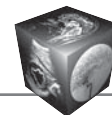
Выполняется при верхнеампулярном раке с парциальной мезоректумэктомией и формированием анастомоза либо без восстановления непрерывности кишки с формированием колостомы. Однако анальный канал и сфинктер сохраняются, что оставляет возможность отсроченного восстановления непрерывности кишки.

2. Низкая ПР (Low Anterior Resection – LAR)

Выполняется при раке средне- и нижеампулярного отделов прямой кишки (не ниже 1 см от зубчатой линии) с выполнением ТМЕ – I тип по Rullier [56]. Сфинктер сохраняется.

3. Интерсфинктерная резекция (Intersphincteric APR)

Проводится при распространении опухоли ближе 1 см от зубчатой линии, при условии, что межсфинктерное пространство интактно. Включает в себя как частичную интерсфинктерную резекцию (partial intersphincteric resection – pISR), так и при инвазии внутреннего сфинктера тотальную интерсфинктерную резекцию (tISR – total intersphincteric resection) – II и III тип по Rullier соответ-



ственно. При этом сохраняется только наружный сфинктер.

4. Брюшно-промежностная экстирпация (БПР) (Abdomino-perineal resection – APR)

Включает удаление прямой кишки, анального канала и сфинктера с пересечением леваторов. Данный тип оперативного вмешательства проводится при опухолях, вовлекающих анальный канал с инвазией наружного сфинктера (IV тип по Rullier). Условно включает в себя экстралеваторную брюшно-промежностную экстирпацию, при которой пересечение леваторов выполняется у их проксимального края.

5. Эвисцирация таза

Проводится при распространении опухолевого процесса на соседние органы. Представляет собой удаление прямой кишки со всеми пораженными тазовыми органами (простата, семенные пузырьки, мочевого пузыря, влагалище и / или матка).

Таким образом, оценка локализации, степени распространения опухоли в пределах стенки кишки и в пределах мезоректальной клетчатки, оценка потенциального латерального края резекции, а также поражение соседних структур кардинально меняют не только вид лечения, но и определяют конкретную модификацию оперативного лечения, что, бесспорно, подчеркивает всю колоссальную важность результатов МРТ.

Предоперационная ХЛТ

При местнораспространенных формах опухоли применение только лишь хирургического метода приводит к 20–50% 5-летней безрецидивной выживаемости из-за высокой частоты локорегионарных рецидивов и появления отдаленных метастазов [57]. В связи с этим современные тенденции лечения РПК подразумевают сочетанный подход (комбинированное лечение), включающий в себя, помимо хирургического лечения, лучевую и химиотерапию [46, 58]. Однако было установлено, что пациенты с местнораспространенными опухолями (T3; T4-критерии) и метастатически пораженными ЛУ (N1-N2), с предварительно проведенным длительным курсом НХЛТ имеют более низкую 5-летнюю частоту возникновения местных рецидивов (6% против 13%) по сравнению с пациентами, которым применялась послеоперационная пролонгированная ХЛТ [59]. Следует отметить, что предоперационная ХЛТ может применяться как в качестве самостоятельного метода, так и с целью уменьшения размеров самой опухоли, сокращения распространенности опухолевого процесса, что приводит к повышению резектабельности и улучшению показателей безрецидивной и общей выживаемости [60]. По данным ряда исследова-

ний отмечалось снижение стадии опухолевого процесса более чем в 70% случаев после проведения НХЛТ [61–63].

Стандартной методикой лучевого компонента предоперационной терапии является пролонгированное облучение пресакральной области, уровня крестца, задней стенки мочевого пузыря, предстательной железы или влагалища стандартным фракционированием разовой очаговой дозы 1,8–2,0 Гр, суммарно до 45–50 Гр. Для повышения эффекта, как правило, используют радиосенсибилизирующие препараты (5-фторурацил и капецитабин) [64], а при наличии показаний дополняют курс лечения неоадьювантной полихимиотерапией (НАПХТ). Однако, согласно рекомендациям Национальной всеобщей онкологической сети (Clinical Practice Guidelines in Oncology – NCCN) и Практических рекомендаций по лечению злокачественных опухолей Российского общества клинической онкологии (RUSSCO), применение НХЛТ имеет ряд ограничений и зависит от локализации опухоли и наличия отдаленных метастазов [34]. При наличии противопоказаний к НХЛТ возможно проведение НАПХТ, где в качестве химиотерапевтических препаратов, используемых в монорежиме, общеизвестна высокая эффективность препаратов платины (оксалиплатин) в комбинации с фторпиримидинами (режимы FOLFOX или XELOX). При местнораспространенном РПК редукция опухоли достигается в 20% случаев, а 3-летняя безрецидивная выживаемость – в 78% [65].

Таким образом, в качестве предоперационного лечения возможно проведение как НХЛТ, так и НАПХТ. При этом выбор тактики лечения напрямую зависит от достоверной визуализации местного распространения опухоли, ее локализации, а также наличия отдаленных метастазов.

Оценка эффекта неоадьювантной терапии

Одной из наиболее важных задач в диагностике РПК является оценка изменений после проведения НХЛТ, или рестадирование опухоли (как часто используют это понятие в зарубежной литературе). Достоверная визуализация является необходимой для оценки ответа опухоли на проводимую предоперационную терапию. Несмотря на то что послеоперационное гистологическое исследование является “золотым стандартом”, только предоперационное исследование позволяет выявить пациентов как с полным ответом, которым может быть выполнено органосохраняющее лечение, так и пациентов со слабым ответом, которым необходимо проведение дополнительной, консолидирующей терапии.



В настоящее время МРТ является не только методом выбора для оценки предоперационного лечения местнораспространенного РПК, но и помогает в оценке резектабельности опухоли после проведения НХЛТ, изменении режима неoadъювантного лечения при ее прогрессировании, в планировании сфинктеросохраняющих и радикальных операций [10, 17, 66].

Помимо определения изменения Т-критерия после проведенной предоперационной ХЛТ, важным прогностическим фактором для больных РПК является степень регресса опухоли (Tumour regression grade – TRG) [61, 67]. Для адекватной оценки терапии необходимо сравнение данных МРТ после терапии с первичным МР-исследованием. Согласно рекомендациям, повторную МРТ необходимо выполнять через 6–8 нед после завершения НХЛТ, так как этот срок является оптимальным для достижения наилучшего ответа на проводимое лечение, с последующим более эффективным оперативным вмешательством [10, 67]. Следует отметить, что при “рестадировании” опухоли после предоперационного лечения, в том числе при описании Т- и N-критериев, указывается префикс “у”.

Применяя принципы патоморфологической оценки ответа опухоли на предоперационную ХЛТ (pTRG), предложенные Mandart и соавт. (1994) и О. Dworak и соавт. (1997), была разработана система оценки постлучевого регресса на основе данных МРТ (mrTRG) [18], а ее эффективность подтверждена проведенными исследованиями [68, 69].

Оценка ответа опухоли на основе МРТ (MRI tumour regression grade – mrTRG, Modified Mandart)

mrTRG 1. Полный ответ: нет макроскопических признаков остаточной опухолевой ткани/визуализируется минимальный участок фиброза (тонкий рубец) и макроскопический МР-сигнал опухолевой ткани не определяется.

mrTRG 2. Выраженный ответ (почти полный ответ): плотный фиброзный рубец (сигнал низкой интенсивности), при этом МР-макроскопических признаков опухолевой ткани не определяется (клетки опухолевой ткани отсутствуют/единичные на фоне плотного фиброза по данным патоморфологии).

mrTRG 3. Умеренный ответ: фиброз преобладает (>50%), при этом визуализируется МР-сигнал средней интенсивности, характерный для опухолевой ткани.

mrTRG 4. Минимальный ответ: МР-сигнал от опухолевой ткани преобладает с небольшим/минимальным количеством фиброза в структуре.

mrTRG 5. Ответ на проводимое лечение отсутствует/прогрессирование заболевания: только МР-сигнал средней интенсивности, характерный для опухолевой ткани, без признаков фиброза.

Степень ответа опухоли (TRG), уТ- и уN - критерии, CRM-статус оценивают путем сопоставления и изучения интенсивности сигнала на Т2-изображениях до и после лечения с обязательным использованием ВР-МРТ и ориентацией срезов относительно оси опухоли и стенки кишки. В первую очередь необходимо определить изменение размера опухоли в краниокаудальном направлении, так как сокращение размеров, в большинстве случаев, облегчает оперативное вмешательство. Затем производится оценка интенсивности сигнала от опухоли в подслизистом и мышечном слоях, определяются наличие экстрамурального компонента, уТ-критерий. Далее необходимо повторно оценить CRM-статус. Если между МРФ и опухолью отмечается появление “жировой прослойки” толщиной более 1 мм (которая ранее отсутствовала), это указывает, что CRM-статус изменился и вовлечение предполагаемого края больше не отмечается [10, 17]. При оценке ЛУ наиболее достоверными критериями являются изменение размеров узла и появление однородности в его структуре [10]. Однако при интерпретации данных может возникнуть ряд трудностей из-за изменений в тканях после ХЛТ, которые прямо пропорциональны суммарной очаговой дозе и длительности облучения. Одним из проявлений постлучевых изменений является отек подслизистого слоя в виде утолщения стенки кишки, характеризующийся однородным гиперинтенсивным сигналом на Т2ВИ, что в свою очередь может затруднить визуализацию остаточной опухолевой ткани. В ряде случаев пальцевое и эндоскопическое исследования имеют большую информативность и могут помочь в интерпретации данных. Следует помнить, что утолщение МРФ по окружности может быть обусловлено постлучевым фиброзом и не связано с распространением опухолевого процесса. После НХЛТ опухолевые изменения, которые ранее полностью инфильтрировали стенку кишки и могли распространяться в мезоректальную клетчатку, могут быть представлены выраженным фиброзом в виде гипоинтенсивного сигнала на Т2ВИ (рис. 4). Однако если на изображениях присутствует только лишь низкий МР-сигнал в проекции ранее определяемой опухоли, мы все равно не можем исключить наличие остаточных жизнеспособных опухолевых клеток в структуре фиброза. Только полное исчезновение опухоли с признаками восстановления структур-

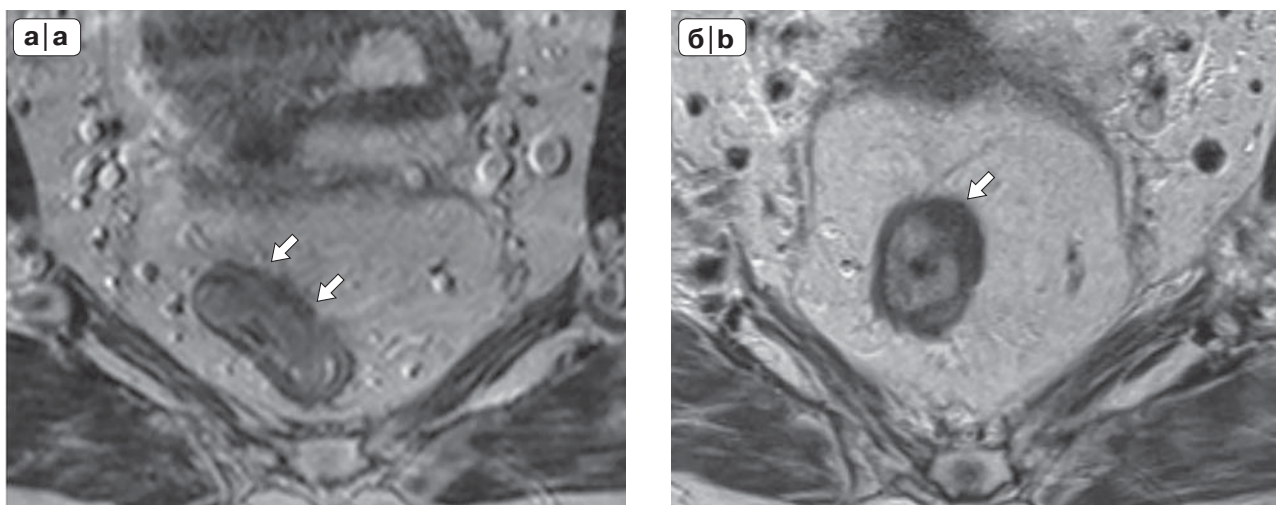
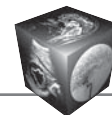


Рис. 4. МРТ, T2ВИ в аксиальной плоскости на уровне среднеампулярного отдела прямой кишки. РПК. До НХЛТ (а), в секторе 12–3 ч визуализируется первичная опухоль (стрелки). Состояние после НХЛТ (б), в секторе 12–3 ч визуализируется низкий гипоинтенсивный сигнал (стрелка). Выраженный ответ на проведенное лечение с преобладанием МР-сигнала фиброзной ткани (mrTRG II, mod Mandard).

Fig. 4. Axial T2-weighted image, midrectum level. Rectal cancer. Before nCRT (a), primary tumor is visualized in the 12–3 o'clock sector (arrows). After nCRT (b), hypointense signal is visualized in the 12–3 o'clock sector (arrow). Good response to the treatment with a predominance of MR-signal from fibrous tissue (mrTRG II, mod Mandard).

ности стенок прямой кишки является признаком umrT0, т.е. полным патоморфологическим ответом.

Помимо использования стандартных T2-изображений, некоторые авторы рекомендуют дополнить протокол ДВИ для более точной оценки реакции опухоли и лучшего отбора пациентов, которым возможно проведение выжидательной тактики (“наблюдай и жди” – “watch and wait”) с отсроченным хирургическим вмешательством [10, 70]. По определению, на ДВИ остаточная опухоль определяется в виде участка повышенного сигнала при высоком b-факторе ≥ 800 с/мм² и характеризуется низким сигналом на ИКД-картах [71]. Однако на сегодняшний день отсутствуют какие-либо многоцентровые и систематизированные данные, которые подтверждают значимую эффективность применения ДВИ в оценке ответа на НХЛТ. Кроме того, количественные измерения с использованием ИКД-карт не были стандартизированы и их достаточно трудно интерпретировать и повторять на разных аппаратах [72]. До сих пор не было опубликовано каких-либо преимуществ ДВИ в сравнении с mrTRG, при оценке ответа опухоли, общей и безрецидивной выживаемости. Помимо этого не рекомендуется использовать ДВИ для достоверной оценки поражения ЛУ [73].

В настоящее время проводятся исследования по оценке точности МРТ с динамическим контрастным усилением (ДКУ) в определении ответа опухоли на НХЛТ при РПК. МРТ с ДКУ представляет собой методику, позволяющую анализировать

различные параметры кровотока в опухоли. В своем исследовании W. Alberda и соавт. получили положительные результаты для стадирования ЛУ, но не для стадирования самой опухоли, состояния CRM и определения ответа [74]. В ряде работ были получены противоречивые данные о корреляции между степенью дифференцировки опухоли и различными параметрами контрастного усиления, такими как перфузионный индекс и тип кривой “интенсивность сигнал–время” [75, 76]. Все это свидетельствует о том, что в рутинной практике использование T1ВИ с КУ в настоящее время не может рекомендоваться в качестве базовой методики как при первичном стадировании, так и при оценке опухоли после предоперационного лечения [10].

Таким образом, с помощью МРТ возможна стратификация пациентов в зависимости от степени риска, связанных с наличием тех или иных неблагоприятных прогностических факторов. Кроме того, достоверная оценка ответа опухоли на предоперационное лечение с использованием системы классификации TRG возможно позволит в будущем использовать МРТ для изменения тактики лечения за счет выявления пациентов с хорошим и плохим ответом на неoadъювантную терапию.

Заключение

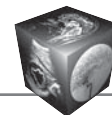
Качественная предоперационная визуализация опухоли играет принципиальную роль как в первичной диагностике РПК, так и при выборе



необходимой тактики и оптимизации планирования лечения. МРТ имеет высокую точность в определении Т-, N-критериев, состояния предполагаемого CRM и EMVI, она позволяет провести достоверную оценку резектабельности опухоли после проведения НЛХТ. Поэтому использование протоколов МРТ, дополненных высокоразрешающими последовательностями с толщиной среза не более 3 мм и малым полем сканирования, является обязательным для адекватной оценки степени распространенности РПК при первичном стадировании, а также для рестадиrowания после проведения НХЛТ. МРТ позволяет получить достаточную информацию для определения тактики лечения пациента и планирования хирургического вмешательства.

Список литературы

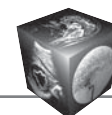
- Glynne-Jones R., Wyrwicz L., Tiret E., Brown G., Rodel C., Cervantes A., Arnold D., ESMO Guidelines Committee. Rectal cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann. Oncol.* 2017; 28 (Suppl. 4): 22–40. <http://doi.org/10.1093/annonc/mdx224>.
- American Cancer Society. Cancer Facts & Figures. 2017. Available at: <https://www.cancer.org/content/dam/cancer-org/research/cancer-facts-and-statistics/annual-cancer-facts-and-figures/2017/cancer-facts-and-figures-2017.pdf> (accessed August 12, 2018).
- Давыдов М.И., Аксель Е.М. Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ в 2009 г. *Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН.* 2011; 22 (3, Прил. 1) (85): 1–170.
- Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2017 году. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России, 2018. 250 с.
- Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2016 году (заболеваемость и смертность). М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России, 2018. 250 с.
- Morson B. President's address. The polyp-cancer sequence in the large bowel. *Proc. Royal Soc. Med.* 1974; 67 (6): 451–457.
- Kang H., O'Connell J.B., Leonardi M.J., Maggard M.A., McGory M.L., Ko C.Y. Rare tumors of the colon and rectum: a national review. *Int. J. Colorectal Dis.* 2007; 22 (2): 183–189.
- Union for International Cancer Control (UICC). Available at: <https://www.hoofdhalskanker.info/wpavl/wp-content/uploads/TNM-Classification-of-Malignant-Tumours-8th-edition.pdf>. (accessed August 12, 2018).
- Balyasnikova S., Brown G. Imaging Advances in Colorectal Cancer. *Curr. Colorectal Cancer Rep.* 2016; 12 (3): 162–169. <http://doi.org/10.1007/s11888-016-0321-x>.
- Beets-Tan R.G.H., Lambregts D.M.J., Maas M., Bipat S., Barbaro B., Curvo-Semedo L., Fenlon H.M., Gollub M.J., Gourtsoyanni S., Halligan S., Hoeffel C., Kim S.H., Laghi A., Maier A., Rafaelsen S.R., Stoker J., Taylor S.A., Torkzad M.R., Blomqvist L. Magnetic resonance imaging for clinical management of rectal cancer: Updated recommendations from the 2016 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) consensus meeting. *Eur. Radiol.* 2018; 28 (4): 1465–1475. <http://doi.org/10.1007/s00330-017-5026-2>.
- Peschaud F., Benoist S., Julie C., Penna C., Nordlinger B. The mesorectum: an anatomical entity that is difficult to evaluate with MRI. *Morphologie: bulletin de l'Association des anatomistes.* 2005; 89 (286): 126–130.
- Rodel C., Sauer R., Fietkau R. The Role of Magnetic Resonance Imaging to Select Patients for Preoperative Treatment in Rectal Cancer. *Strahlentherapie Onkol.* 2009; 185 (8): 488–492. <http://doi.org/10.1007/s00066-009-2043-3>.
- Al-Sukhni E., Milot L., Fruitman M., Beyene J., Victor J.C., Schmock S., Brown G., McLeod R., Kennedy E. Diagnostic Accuracy of MRI for Assessment of T Category, Lymph Node Metastases, and Circumferential Resection Margin Involvement in Patients with Rectal Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann. Surg. Oncol.* 2012; 19 (7): 2212–2223. <http://doi.org/10.1245/s10434-011-2210-5>.
- Karatag O., Karatag G.Y., Ozkurt H., Degirmenci H.K., Avlanmis O., Basak M., Baykan A. The ability of phased-array MRI in preoperative staging of primary rectal cancer: correlation with histopathological results. *Diagn. Interv. Radiol.* 2012; 18 (1): 20–26. <http://doi.org/10.4261/1305-3825.DIR.3394-10.2>.
- Kim S.H., Lee J.M., Park H.S., Eun H.W., Han J.K., Choi B.I. Accuracy of MRI for Predicting the Circumferential Resection Margin, Mesorectal Fascia Invasion, and Tumor Response to Neoadjuvant Chemoradiotherapy for Locally Advanced Rectal Cancer. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2009; 29 (5): 1093–1101. <http://doi.org/10.1002/jmri.21742>.
- Koh D.M., Brown G., Temple L., Blake H., Raja A., Toomey P., Bett N., Farhat S., Norman A.R., Daniels I., Husband J.E. Distribution of mesorectal lymph nodes in rectal cancer: in vivo MR imaging compared with histopathological examination. Initial observations. *Eur. Radiol.* 2005; 15 (8): 1650–1657. <http://doi.org/10.1007/s00330-005-2751-8>.
- Nougaret S., Reinhold C., Mikhael H.W., Rouanet P., Bibeau F., Brown G. The Use of MR Imaging in Treatment Planning for Patients with Rectal Carcinoma: Have You Checked the “DISTANCE”? *Radiology.* 2013; 268 (2): 329–343. <http://doi.org/10.1148/radiol.13121361>.
- Patel U.B., Taylor F., Blomqvist L., George C., Evans H., Tekkis P., Quirke P., Sebag-Montefiore D., Moran B., Heald R., Guthrie A., Bees N., Swift I., Pennert K., Brown G. Magnetic Resonance Imaging-Detected Tumor Response for Locally Advanced Rectal Cancer Predicts Survival Outcomes: MERCURY Experience. *J. Clin. Oncol.* 2011; 29 (28): 3753–3760. <http://doi.org/10.1200/JCO.2011.34.9068>.
- Piippo U., Paakko E., Makinen M., Makela J. Local staging of rectal cancer using the black lumen magnetic resonance imaging technique. *Scand. J. Surg.* 2008; 97 (3): 237–242. <http://doi.org/10.1177/145749690809700306>.
- Mulla M., Deb R., Singh R. MRI in T staging of rectal cancer: How effective is it? *Indian J. Radiol. Imaging.* 2010; 20 (2): 118–121. <http://doi.org/10.4103/0971-3026.63055>.
- Vliegen R.F.A., Beets G.L., von Meyenfeldt M.F., Kessels A.G.H., Lemaire E., van Engelshoven J.M.A., Beets-Tan R.G.H. Rectal cancer: MR Imaging in local staging – Is gadolinium-based contrast material helpful?



- Radiology*. 2005; 234 (1): 179–188.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2341031403>.
22. Jao S.Y., Yang B.Y., Weng H.H., Yeh C.H., Lee L.W. Evaluation of gadolinium-enhanced T1-weighted magnetic resonance imaging in the preoperative assessment of local staging in rectal cancer. *Colorectal Dis*. 2010; 12 (11): 1139–1148.
<http://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2009.01959.x>.
 23. Lambregts D.M.J., Vandecaveye V., Barbaro B., Bakers F.C.H., Lambrecht M., Maas M., Haustermans K., Valentini V., Beets G.L., Beets-Tan R.G.H. Diffusion-weighted MRI for selection of complete responders after chemoradiation for locally advanced rectal cancer: a multicenter study. *Ann. Surg. Oncol*. 2011; 18 (8): 2224–2231. <http://doi.org/10.1245/s10434-011-1607-5>.
 24. Foti P.V., Privitera G., Piana S., Palmucci S., Spatola C., Bevilacqua R., Raffaele L., Salamone V., Caltabiano R., Magro G., Destri G.L., Milone P., Ettore G.C. Locally advanced rectal cancer: Qualitative and quantitative evaluation of diffusion-weighted MR imaging in the response assessment after neoadjuvant chemoradiotherapy. *Eur. J. Radiol. Open*. 2016; 3: 145–152.
<http://doi.org/10.1016/j.ejro.2016.06.003>.
 25. Brown G. Thin section MRI in multidisciplinary preoperative decision making for patients with rectal cancer. *Br. J. Radiol*. 2005; 78: 117–127.
<http://doi.org/10.1259/bjr/15128198>.
 26. Dukes C.E. The classification of cancer of the rectum. *The Journal of Pathology and Bacteriology*. 1932; 35 (3): 323–332.
 27. Brown G. Staging rectal cancer: endoscopic ultrasound and pelvic MRI. *Cancer Imaging*. 2008; 8 (A): 43–45.
<http://doi.org/10.1102/1470-7330.2008.9008>.
 28. Kikuchi R., Takano M., Takagi K., Fujimoto N., Nozaki R., Fujiyoshi T., Uchida Y. Management of early invasive colorectal-cancer – risk of recurrence and clinical guidelines. *Dis. Colon. Rectum*. 1995; 38 (12): 1286–1295.
 29. Puli S.R., Bechtold M.L., Reddy J.B.K., Choudhary A., Antillon M.R. Can Endoscopic Ultrasound Predict Early Rectal Cancers That Can Be Resected Endoscopically? A Meta-Analysis and Systematic Review. *Dig. Dis. Sci*. 2010; 55 (5): 1221–1229.
<http://doi.org/10.1007/s10620-009-0862-9>.
 30. Balyasnikova S., Read J., Wotherspoon A., Rasheed S., Tekkis P., Tait D., Cunningham D., Brown G. Diagnostic accuracy of high-resolution MRI as a method to predict potentially safe endoscopic and surgical planes in patients with early rectal cancer. *BMJ Open Gastroenterol*. 2017; 4 (1): e000151.
<http://doi.org/10.1136/bmjgast-2017-000151>.
 31. Brown G., Daniels I.R., Heald R.J., Quirke P., Blomqvist L., Sebag-Montefiore D., Moran B.J., Holm T., Strassbourg J., Peppercorn P.D., Fisher S.E., Mason B., Grp M.S. Diagnostic accuracy of preoperative magnetic resonance imaging in predicting curative resection of rectal cancer: prospective observational study. *Br. Med. J*. 2006; 333 (7572): 779–782.
<http://doi.org/10.1136/bmj.38937.646400.55>.
 32. Kaur H., Choi H., You Y.N., Rauch G.M., Jensen C.T., Hou P., Chang G.J., Skibber J.M., Ernst R.D. MR imaging for preoperative evaluation of primary rectal cancer: practical considerations. *Radiographics*. 2012; 32 (2): 389–409. <http://doi.org/10.1148/rg.322115122>.
 33. Taylor F.G.M., Quirke P., Heald R.J., Moran B., Blomqvist L., Swift I., Sebag-Montefiore D.J., Tekkis P., Brown G., Grp M.S. Preoperative high-resolution magnetic resonance imaging can identify good prognosis stage I, II, and III rectal cancer best managed by surgery alone a prospective, multicenter, european study. *Ann. Surg*. 2011; 253 (4): 711–719.
<http://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31820b8d52>.
 34. Benson A.B. 3rd, Venook A.P., Al-Hawary M.M., Cederquist L., Chen Y.-J., Ciombor K.K., Cohen S., Cooper H.S., Deming D., Engstrom P.F., Grem J.L., Grothey A., Hochster H.S., Hoffe S., Hunt S., Kamel A., Kirilcuk N., Krishnamurthi S., Messersmith W.A., Meyerhardt J., Mulcahy M.F., Murphy J.D., Nurkin S., Saltz L., Sharma S., Shibata D., Skibber J.M., Sofocleous C.T., Stoffel E.M., Stotsky-Himelfarb E., Willett C.G., Wuthrick E., Gregory K.M., Gurski L., Freedman-Cass D.A. Rectal Cancer, Version 2.2018, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J. Natl. Compr. Canc. Netw. (JNCCN)*. 2018; 16 (7): 874–901.
<http://doi.org/10.6004/jnccn.2018.0061>.
 35. Al-Sukhni E., Milot L., Fruitman M., Brown G., Schmoekler S., Kennedy E. User's Guide for the Synoptic MRI Report for Rectal Cancer. Cancer Care Ontario. Canadian Cancer Society. Available at: <http://www.osumcradiology.org/resources/High-Yield-Rad-info/Rectal-MRI.pdf> (accessed August 12, 2018). (In Russian).
 36. Moran M.R., James E.C., Rothenberger D.A., Goldberg S.M. Prognostic value of positive lymph-nodes in rectal-cancer. *Dis. Colon. Rectum*. 1992; 35 (6): 579–581.
 37. Quirke P., Williams G. Minimum dataset for colorectal cancer histopathology reports. London: Royal College of Pathologists, 2000.
 38. Bipat S., Glas A.S., Slors F.J.M., Zwinderman A.H., Bossuyt P.M.M., Stoker J. Rectal cancer: Local staging and assessment of lymph node involvement with endoluminal US, CT, and MR imaging – A meta-analysis. *Radiology*. 2004; 232 (3): 773–783.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2323031368>.
 39. Schnall M.D., Furth P.E.E., Rosato E.F., Kressel H.Y. Rectal tumor stage – correlation of endorectal MR-imaging and pathological findings. *Radiology*. 1994; 190 (3): 709–714.
<http://doi.org/10.1148/radiology.190.3.8115616>.
 40. Brown G., Richards C.J., Bourne M.W., Newcombe R.G., Radcliffe A.G., Dallimore N.S., Williams G.T. Morphologic predictors of lymph node status in rectal cancer with use of high-spatial-resolution MR imaging with histopathologic comparison. *Radiology*. 2003; 227 (2): 371–377.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2272011747>.
 41. Kotanagi H., Fukuoka T., Shibata Y., Yoshioka T., Aizawa O., Saito Y., Tur G.E., Koyama K. The size of regional lymph-nodes does not correlate with the presence or absence of metastasis in lymph-nodes in rectal-cancer. *J. Surg. Oncol*. 1993; 54 (4): 252–254.
 42. Markl B., Rossle J., Arnholdt H.M., Schaller T., Krammer I., Cacchi C., Jahnig H., Schenkirsch G., Spatz H., Anthuber M. The clinical significance of lymph node size in colon cancer. *Mod. Pathol*. 2012; 25 (10): 1413–1422.
<http://doi.org/10.1038/modpathol.2012.92>.
 43. Smith N.J., Shihab O., Arnaut A., Swift R.I., Brown G. MRI for detection of extramural vascular invasion in rectal cancer. *Am. J. Roentgenol*. 2008; 191 (5): 1517–1522.
<http://doi.org/10.2214/AJR.08.1298>.
 44. Chand M., Swift R.I., Tekkis P.P., Chau I., Brown G. Extramural venous invasion is a potential imaging predictive biomarker of neoadjuvant treatment in rectal cancer. *Br. J. Cancer*. 2014; 110 (1): 19–25.
<http://doi.org/10.1038/bjc.2013.603>.



45. Chand M., Evans J., Swift R.I., Tekkis P.P., West N.P., Stamp G., Heald R.J., Brown G. The prognostic significance of postchemoradiotherapy high-resolution MRI and histopathology detected extramural venous invasion in rectal cancer. *Ann. Surg.* 2015; 261 (3): 473–479. <http://doi.org/10.1097/SLA.0000000000000848>.
46. Faes S., Gie O., Demartines N., Hahnloser D. Multidisciplinary treatment of locally advanced rectal cancer. *Rev. Med. Suisse.* 2016; 12 (523): 1185–1189. (In French)
47. Miles W.E. A method of performing abdomino-perineal excision for carcinoma of the rectum and of the terminal portion of the pelvic colon. *The Lancet.* 1908; 172 (4451): 1812–1813.
48. Heald R.J. The holy plane of rectal surgery. *J. R. Soc. Med.* 1988; 81 (9): 503–508. PMID: 3184105.
49. Heald R.J., Moran B.J., Ryall R.D.H., Sexton R., MacFarlane J.K. Rectal cancer – the basingstoke experience of total mesorectal excision, 1978–1997. *Arch. Surg.* 1998; 133 (8): 894–898.
50. Quirke P., Dixon M.F., Durdey P., Williams N.S. Local recurrence of rectal adenocarcinoma due to inadequate surgical resection – histopathological study of lateral tumor spread and surgical excision. *Lancet.* 1986; 2 (8514): 996–999.
51. Taylor F.G.M., Quirke P., Heald R.J., Moran B.J., Blomqvist L., Swift I.R., Sebag-Montefiore D., Tekkis P., Brown G. Preoperative magnetic resonance imaging assessment of circumferential resection margin predicts disease-free survival and local recurrence: 5-year follow-up results of the MERCURY study. *J. Clin. Oncol.* 2014; 32 (1): 34–114. <http://doi.org/10.1200/JCO.2012.45.3258>.
52. Bown E.J., Lloyd G.M., Boyle K.M., Miller A.S. Rectal cancer: prognostic indicators of long-term outcome in patients considered for surgery. *Int. J. Colorectal. Dis.* 2014; 29 (2): 147–155. <http://doi.org/10.1007/s00384-013-1772-z>.
53. Zhao J., Du C.Z., Sun Y.S., Gu J. Patterns and prognosis of locally recurrent rectal cancer following multidisciplinary treatment. *Wld J. Gastroenterol.* 2012; 18 (47): 7015–7020. <http://doi.org/10.3748/wjg.v18.i47.7015>.
54. Purkayastha S., Tekkis P.P., Athanasiou T., Tilney H.S., Darzi A.W., Heriot A.G. Diagnostic precision of magnetic resonance imaging for preoperative prediction of the circumferential margin involvement in patients with rectal cancer. *Colorectal Dis.* 2007; 9 (5): 402–411. <http://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2006.01104.x>.
55. Taylor F.G.M., Quirke P., Heald R.J., Moran B., Blomqvist L., Swift I., St Rose S., Sebag-Montefiore D.J., Tekkis P., Brown G., Grp M.S. One millimetre is the safe cut-off for magnetic resonance imaging prediction of surgical margin status in rectal cancer. *Br. J. Surg.* 2011; 98 (6): 872–879. DOI: 10.1002/bjs.7458.
56. Rullier E., Denost Q., Vendrely V., Rullier A., Laurent C. Low rectal cancer: classification and standardization of surgery. *Dis. Colon. Rectum.* 2013; 56 (5): 560–567. <http://doi.org/10.1097/DCR.0b013e31827c4a8c>.
57. Perez R., Habr-Gama A., Camargo A., Souza S., Parmigiani R., Galante P., Salim A., Souza J., Quevedo B., Felicio N., Gama-Rodrigues J. Prediction of response to neoadjuvant chemoradiation therapy in patients with distal rectal cancer by gene expression using last generation sequencing. *Dis. Colon. Rectum.* 2011; 54 (5): E7–E7.
58. Черниковский И.Л. Мультидисциплинарный подход в диагностике и лечении резектабельного рака прямой кишки. *Практическая онкология.* 2015; 16 (2): 69–76.
59. Sauer R., Becker H., Hohenberger W., Rodel C., Wittekind C., Fietkau R., Martus P., Tschmelitsch J., Hager E., Hess C.F., Karstens J.H., Liersch T., Schmidberger H., Raab R., German Rectal Cancer Study Group. Preoperative versus postoperative chemoradiotherapy for rectal cancer. *New Engl. J. Med.* 2004; 351 (17): 1731–1740. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa040694>.
60. Hotker A.M., Tarlinton L., Mazaheri Y., Woo K.M., Gonen M., Saltz L.B., Goodman K.A., Garcia-Aguilar J., Gollub M.J. Multiparametric MRI in the assessment of response of rectal cancer to neoadjuvant chemoradiotherapy: A comparison of morphological, volumetric and functional MRI parameters. *Eur. Radiol.* 2016; 26 (12): 4303–4312. <http://doi.org/10.1007/s00330-016-4283-9>.
61. Dworak O., Keilholz L., Hoffmann A. Pathological features of rectal cancer after preoperative radiochemotherapy. *Int. J. Colorectal Dis.* 1997; 12 (1): 19–23.
62. Camma C., Giunta M., Fiorica F., Pagliaro L., Craxi A., Cottone M. Preoperative radiotherapy for resectable rectal cancer – a meta-analysis. *J. Am. Med. Ass.* 2000; 284 (8): 1008–1015.
63. Bhangu A., Ali S.M., Cunningham D., Brown G., Tekkis P. Comparison of long-term survival outcome of operative vs nonoperative management of recurrent rectal cancer. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (2): 156–163. <http://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2012.03123.x>.
64. Тюреева Е.И. Химиолучевое лечение рака прямой кишки. *Практическая онкология.* 2008; 9 (1): 31–38.
65. Keam S.J., Dunn C.J., Figgitt D.P. Oxaliplatin – in operable colorectal cancer. *Drugs.* 2005; 65 (1): 89–96. <http://doi.org/10.2165/00003495-200565010-00005>.
66. Hoetker A.M., Garcia-Aguilar J., Gollub M.J. Multiparametric MRI of rectal cancer in the assessment of response to therapy: a systematic review. *Dis. Colon Rectum.* 2014; 57 (6): 790–799. <http://doi.org/10.1097/DCR.0000000000000127>.
67. Evans J., Tait D., Swift I., Pennert K., Tekkis P., Wotherpoon A., Chau I., Cunningham D., Brown G. Timing of surgery following preoperative therapy in rectal cancer: the need for a prospective randomized trial? *Dis. Colon Rectum.* 2011; 54 (10): 1251–1259. <http://doi.org/10.1097/DCR.0b013e3182281f4b>.
68. Patel U.B., Brown G., Rutten H., West N., Sebag-Montefiore D., Glynne-Jones R., Rullier E., Peeters M., Van Cutsem E., Ricci S., Van de Velde C., Kjell P., Quirke P. Comparison of magnetic resonance imaging and histopathological response to chemoradiotherapy in locally advanced rectal cancer. *Ann. Surg. Oncol.* 2012; 19 (9): 2842–2852. <http://doi.org/10.1245/s10434-012-2309-3>.
69. Patel U.B., Brown G. MRI-based assessment of tumor regression in rectal cancer. *Curr. Colorectal Cancer Rep.* 2013; 9 (2): 136–145. <http://doi.org/10.1007/s11888-013-0169-2>.
70. Sassen S., de Booi M., Sosef M., Berendsen R., Lammering G., Clarijs R., Bakker M., Beets-Tan R., Warmerdam F., Vliegen R. Locally advanced rectal cancer: is diffusion weighted MRI helpful for the identification of complete responders (ypT0N0) after neoadjuvant chemoradiation therapy? *Eur. Radiol.* 2013; 23 (12): 3440–3449. <http://doi.org/10.1007/s00330-013-2956-1>.



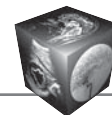
71. Park M.J., Kim S.H., Lee S.J., Jang K.M., Rhim H. Locally advanced rectal cancer: added value of diffusion-weighted MR imaging for predicting tumor clearance of the mesorectal fascia after neoadjuvant chemotherapy and radiation therapy. *Radiology*. 2011; 260 (3): 771–780. <http://doi.org/10.1148/radiol.11102135>.
72. Boone D., Taylor S.A., Halligan S. Diffusion weighted MRI: overview and implications for rectal cancer management. *Colorectal Dis*. 2013; 15 (6): 655–661. <http://doi.org/10.1111/codi.12241>.
73. Heijnen L.A., Lambregts D.M.J., Mondal D., Martens M.H., Riedl R.G., Beets G.L., Beets-Tan R.G.H. Diffusion-weighted MR imaging in primary rectal cancer staging demonstrates but does not characterise lymph nodes. *Eur. Radiol*. 2013; 23 (12): 3354–3360. <http://doi.org/10.1007/s00330-013-2952-5>.
74. Alberda W.J., Dassen H.P.N., Dwarkasing R.S., Willemsen F.E.J.A., van der Pool A.E.M., de Wilt J.H.W., Burger J.W. A., Verhoef C. Prediction of tumor stage and lymph node involvement with dynamic contrast-enhanced MRI after chemoradiotherapy for locally advanced rectal cancer. *Int. J. Colorectal Dis*. 2013; 28 (4): 573–580. <http://doi.org/10.1007/s00384-012-1576-6>.
75. Hylton N. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging as an imaging biomarker. *J. Clin. Oncol*. 2006; 24 (20): 3293–3298. <http://doi.org/10.1200/JCO.2006.06.8080>.
76. Fusco R., Sansone M., Petrillo M., Avallone A., Delrio P., Petrillo A. Dynamic Contrast Enhanced Magnetic Resonance Imaging in Rectal Cancer. Rectal Cancer-A Multidisciplinary Approach to Management / Giulio D., Santoro A. InTech. 2011; 75–98.
77. Arya S., Das D., Engineer R., Saklani A. Imaging in rectal cancer with emphasis on local staging with MRI. *Indian J. Radiol. Imaging*. 2015; 25 (2): 148–161. <http://doi.org/10.4103/0971-3026.155865>.
7. Kang H., O'Connell J.B., Leonardi M.J., Maggard M.A., McGory M.L., Ko C.Y. Rare tumors of the colon and rectum: a national review. *Int. J. Colorectal Dis*. 2007; 22 (2): 183–189.
8. Union for International Cancer Control (UICC). Available at: <https://www.hoofdhalskanker.info/wpavl/wp-content/uploads/TNM-Classification-of-Malignant-Tumours-8th-edition.pdf>. (accessed August 12, 2018). (In Russian)
9. Balyasnikova S., Brown G. Imaging Advances in Colorectal Cancer. *Curr. Colorectal Cancer Rep*. 2016; 12 (3): 162–169. <http://doi.org/10.1007/s11888-016-0321-x>.
10. Beets-Tan R.G.H., Lambregts D.M.J., Maas M., Bipat S., Barbaro B., Curvo-Semedo L., Fenlon H.M., Gollub M.J., Gourtsoyianni S., Halligan S., Hoeffel C., Kim S.H., Laghi A., Maier A., Rafaelsen S.R., Stoker J., Taylor S.A., Torkzad M.R., Blomqvist L. Magnetic resonance imaging for clinical management of rectal cancer: Updated recommendations from the 2016 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) consensus meeting. *Eur. Radiol*. 2018; 28 (4): 1465–1475. <http://doi.org/10.1007/s00330-017-5026-2>.
11. Peschard F., Benoist S., Julie C., Penna C., Nordlinger B. The mesorectum: an anatomical entity that is difficult to evaluate with MRI. *Morphologie: bulletin de l'Association des anatomistes*. 2005; 89 (286): 126–130.
12. Rodel C., Sauer R., Fietkau R. The Role of Magnetic Resonance Imaging to Select Patients for Preoperative Treatment in Rectal Cancer. *Strahlentherapie Onkol*. 2009; 185 (8): 488–492. <http://doi.org/10.1007/s00066-009-2043-3>.
13. Al-Sukhni E., Milot L., Fruitman M., Beyene J., Victor J.C., Schmocker S., Brown G., McLeod R., Kennedy E. Diagnostic Accuracy of MRI for Assessment of T Category, Lymph Node Metastases, and Circumferential Resection Margin Involvement in Patients with Rectal Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann. Surg. Oncol*. 2012; 19 (7): 2212–2223. <http://doi.org/10.1245/s10434-011-2210-5>.
14. Karatag O., Karatag G.Y., Ozkurt H., Degirmenci H.K., Avlanmis O., Basak M., Baykan A. The ability of phased-array MRI in preoperative staging of primary rectal cancer: correlation with histopathological results. *Diagn. Interv. Radiol*. 2012; 18 (1): 20–26. <http://doi.org/10.4261/1305-3825.DIR.3394-10.2>.
15. Kim S.H., Lee J.M., Park H.S., Eun H.W., Han J.K., Choi B.I. Accuracy of MRI for Predicting the Circumferential Resection Margin, Mesorectal Fascia Invasion, and Tumor Response to Neoadjuvant Chemoradiotherapy for Locally Advanced Rectal Cancer. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2009; 29 (5): 1093–1101. <http://doi.org/10.1002/jmri.21742>.
16. Koh D.M., Brown G., Temple L., Blake H., Raja A., Toomey P., Bett N., Farhat S., Norman A.R., Daniels I., Husband J.E. Distribution of mesorectal lymph nodes in rectal cancer: in vivo MR imaging compared with histopathological examination. Initial observations. *Eur. Radiol*. 2005; 15 (8): 1650–1657. <http://doi.org/10.1007/s00330-005-2751-8>.
17. Nougaret S., Reinhold C., Mikhael H.W., Rouanet P., Bibeau F., Brown G. The Use of MR Imaging in Treatment Planning for Patients with Rectal Carcinoma: Have You Checked the “DISTANCE”? *Radiology*. 2013; 268 (2): 329–343. <http://doi.org/10.1148/radiol.13121361>.
18. Patel U.B., Taylor F., Blomqvist L., George C., Evans H., Tekkis P., Quirke P., Sebag-Montefiore D., Moran B., Heald R., Guthrie A., Bees N., Swift I., Pennert K., Brown G. Magnetic Resonance Imaging-Detected Tumor Response

References

1. Glynn-Jones R., Wyrwicz L., Tiet E., Brown G., Rodel C., Cervantes A., Arnold D., ESMO Guidelines Committee. Rectal cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann. Oncol*. 2017; 28 (Suppl. 4): 22–40. <http://doi.org/10.1093/annonc/mdx224>.
2. American Cancer Society. Cancer Facts & Figures. 2017. Available at: <https://www.cancer.org/content/dam/cancer-org/research/cancer-facts-and-statistics/annual-cancer-facts-and-figures/2017/cancer-facts-and-figures-2017.pdf> (accessed August 12, 2018). (In Russian)
3. Davydov M.I., Aksel E.M. Cancer statistics in Russia and CIS in 2009. *Journal of N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center RAMS*. 2011; 22 (3, Suppl. 1) (85): 1–170. (In Russian)
4. Kaprin A.D., Starinskii V.V., Petrova G.V. The state of oncological care for the population of Russia in 2017. M.: MNI OI im. P.A. Gertzena – filial FGBU “NMITZ radiologii” Minzdrava Rossii, 2018. 250 p. (In Russian)
5. Kaprin A.D., Starinskii V.V., Petrova G.V. Malignant neoplasms in Russia in 2016 (morbidity and mortality). M.: MNI OI im. P.A. Gertzena – filial FGBU “NMITZ radiologii” Minzdrava Rossii, 2018. 250 p. (In Russian)
6. Morson B. President's address. The polyp-cancer sequence in the large bowel. *Proc. Royal Soc. Med*. 1974; 67 (6): 451–457.



- for Locally Advanced Rectal Cancer Predicts Survival Outcomes: MERCURY Experience. *J. Clin. Oncol.* 2011; 29 (28): 3753–3760.
<http://doi.org/10.1200/JCO.2011.34.9068>.
19. Piippo U., Paakko E., Makinen M., Makela J. Local staging of rectal cancer using the black lumen magnetic resonance imaging technique. *Scand. J. Surg.* 2008; 97 (3): 237–242.
<http://doi.org/10.1177/145749690809700306>.
 20. Mulla M., Deb R., Singh R. MRI in T staging of rectal cancer: How effective is it? *Indian J. Radiol. Imaging.* 2010; 20 (2): 118–121.
<http://doi.org/10.4103/0971-3026.63055>.
 21. Vliegen R.F.A., Beets G.L., von Meyenfeldt M.F., Kessels A.G.H., Lemaire E., van Engelshoven J.M.A., Beets-Tan R.G.H. Rectal cancer: MR Imaging in local staging – Is gadolinium-based contrast material helpful? *Radiology.* 2005; 234 (1): 179–188.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2341031403>.
 22. Jao S.Y., Yang B.Y., Weng H.H., Yeh C.H., Lee L.W. Evaluation of gadolinium-enhanced T1-weighted magnetic resonance imaging in the preoperative assessment of local staging in rectal cancer. *Colorectal Dis.* 2010; 12 (11): 1139–1148.
<http://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2009.01959.x>.
 23. Lambregts D.M.J., Vandecaveye V., Barbaro B., Bakers F.C.H., Lambrecht M., Maas M., Haustermans K., Valentini V., Beets G.L., Beets-Tan R.G.H. Diffusion-weighted MRI for selection of complete responders after chemoradiation for locally advanced rectal cancer: a multicenter study. *Ann. Surg. Oncol.* 2011; 18 (8): 2224–2231. <http://doi.org/10.1245/s10434-011-1607-5>.
 24. Foti P.V., Privitera G., Piana S., Palmucci S., Spatola C., Bevilacqua R., Raffaele L., Salamone V., Caltabiano R., Magro G., Destri G.L., Milone P., Ettorre G.C. Locally advanced rectal cancer: Qualitative and quantitative evaluation of diffusion-weighted MR imaging in the response assessment after neoadjuvant chemoradiotherapy. *Eur. J. Radiol. Open.* 2016; 3: 145–152.
<http://doi.org/10.1016/j.ejro.2016.06.003>.
 25. Brown G. Thin section MRI in multidisciplinary preoperative decision making for patients with rectal cancer. *Br. J. Radiol.* 2005; 78: 117–127.
<http://doi.org/10.1259/bjr/15128198>.
 26. Dukes C.E. The classification of cancer of the rectum. *The Journal of Pathology and Bacteriology.* 1932; 35 (3): 323–332.
 27. Brown G. Staging rectal cancer: endoscopic ultrasound and pelvic MRI. *Cancer Imaging.* 2008; 8 (A): 43–45.
<http://doi.org/10.1102/1470-7330.2008.9008>.
 28. Kikuchi R., Takano M., Takagi K., Fujimoto N., Nozaki R., Fujiyoshi T., Uchida Y. Management of early invasive colorectal-cancer – risk of recurrence and clinical guidelines. *Dis. Colon. Rectum.* 1995; 38 (12): 1286–1295.
 29. Puli S.R., Bechtold M.L., Reddy J.B.K., Choudhary A., Antillon M.R. Can Endoscopic Ultrasound Predict Early Rectal Cancers That Can Be Resected Endoscopically? A Meta-Analysis and Systematic Review. *Dig. Dis. Sci.* 2010; 55 (5): 1221–1229.
<http://doi.org/10.1007/s10620-009-0862-9>.
 30. Balyasnikova S., Read J., Wotherspoon A., Rasheed S., Tekkis P., Tait D., Cunningham D., Brown G. Diagnostic accuracy of high-resolution MRI as a method to predict potentially safe endoscopic and surgical planes in patients with early rectal cancer. *BMJ Open Gastroenterol.* 2017; 4 (1): e000151.
<http://doi.org/10.1136/bmjgast-2017-000151>.
 31. Brown G., Daniels I.R., Heald R.J., Quirke P., Blomqvist L., Sebag-Montefiore D., Moran B.J., Holm T., Strassbourg J., Peppercorn P.D., Fisher S.E., Mason B., Grp M.S. Diagnostic accuracy of preoperative magnetic resonance imaging in predicting curative resection of rectal cancer: prospective observational study. *Br. Med. J.* 2006; 333 (7572): 779–782.
<http://doi.org/10.1136/bmj.38937.646400.55>.
 32. Kaur H., Choi H., You Y.N., Rauch G.M., Jensen C.T., Hou P., Chang G.J., Skibber J.M., Ernst R.D. MR imaging for preoperative evaluation of primary rectal cancer: practical considerations. *Radiographics.* 2012; 32 (2): 389–409. <http://doi.org/10.1148/rg.322115122>.
 33. Taylor F.G.M., Quirke P., Heald R.J., Moran B., Blomqvist L., Swift I., Sebag-Montefiore D.J., Tekkis P., Brown G., Grp M.S. Preoperative high-resolution magnetic resonance imaging can identify good prognosis stage I, II, and III rectal cancer best managed by surgery alone a prospective, multicenter, european study. *Ann. Surg.* 2011; 253 (4): 711–719.
<http://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31820b8d52>.
 34. Benson A.B. 3rd, Venook A.P., Al-Hawary M.M., Cederquist L., Chen Y.-J., Ciombor K.K., Cohen S., Cooper H.S., Deming D., Engstrom P.F., Grem J.L., Grothey A., Hochster H.S., Hoffe S., Hunt S., Kamel A., Kirilcuk N., Krishnamurthi S., Messersmith W.A., Meyerhardt J., Mulcahy M.F., Murphy J.D., Nurkin S., Saltz L., Sharma S., Shibata D., Skibber J.M., Sofocleous C.T., Stoffel E.M., Stotsky-Himelfarb E., Willett C.G., Wuthrick E., Gregory K.M., Gurski L., Freedman-Cass D.A. Rectal Cancer, Version 2.2018, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J. Natl. Compr. Canc. Netw. (JNCCN).* 2018; 16 (7): 874–901.
<http://doi.org/10.6004/jnccn.2018.0061>.
 35. Al-Sukhni E., Milot L., Fruitman M., Brown G., Schmocker S., Kennedy E. User's Guide for the Synoptic MRI Report for Rectal Cancer. Cancer Care Ontario. Canadian Cancer Society. Available at: <http://www.osumcradiology.org/resources/High-Yield-Rad-info/Rectal-MRI.pdf> (accessed August 12, 2018). (In Russian).
 36. Moran M.R., James E.C., Rothenberger D.A., Goldberg S.M. Prognostic value of positive lymph-nodes in rectal-cancer. *Dis. Colon. Rectum.* 1992; 35 (6): 579–581.
 37. Quirke P., Williams G. Minimum dataset for colorectal cancer histopathology reports. London: Royal College of Pathologists, 2000.
 38. Bipat S., Glas A.S., Slors F.J.M., Zwinderman A.H., Bossuyt P.M.M., Stoker J. Rectal cancer: Local staging and assessment of lymph node involvement with endoluminal US, CT, and MR imaging – A meta-analysis. *Radiology.* 2004; 232 (3): 773–783.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2323031368>.
 39. Schnall M.D., Furth P.E.E., Rosato E.F., Kressel H.Y. Rectal tumor stage – correlation of endorectal MR-imaging and pathological findings. *Radiology.* 1994; 190 (3): 709–714.
<http://doi.org/10.1148/radiology.190.3.8115616>.
 40. Brown G., Richards C.J., Bourne M.W., Newcombe R.G., Radcliffe A.G., Dallimore N.S., Williams G.T. Morphologic predictors of lymph node status in rectal cancer with use of high-spatial-resolution MR imaging with histopathologic comparison. *Radiology.* 2003; 227 (2): 371–377.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2272011747>.
 41. Kotanagi H., Fukuoka T., Shibata Y., Yoshioka T., Aizawa O., Saito Y., Tur G.E., Koyama K. The size of regional lymph-



- nodes does not correlate with the presence or absence of metastasis in lymph-nodes in rectal-cancer. *J. Surg. Oncol.* 1993; 54 (4): 252–254.
42. Markl B., Rossle J., Arnholdt H.M., Schaller T., Krammer I., Cacchi C., Jahnig H., Schenkirsch G., Spatz H., Anthuber M. The clinical significance of lymph node size in colon cancer. *Mod. Pathol.* 2012; 25 (10): 1413–1422. <http://doi.org/10.1038/modpathol.2012.92>.
 43. Smith N.J., Shihab O., Arnaout A., Swift R.I., Brown G. MRI for detection of extramural vascular invasion in rectal cancer. *Am. J. Roentgenol.* 2008; 191 (5): 1517–1522. <http://doi.org/10.2214/AJR.08.1298>.
 44. Chand M., Swift R.I., Tekkis P.P., Chau I., Brown G. Extramural venous invasion is a potential imaging predictive biomarker of neoadjuvant treatment in rectal cancer. *Br. J. Cancer.* 2014; 110 (1): 19–25. <http://doi.org/10.1038/bjc.2013.603>.
 45. Chand M., Evans J., Swift R.I., Tekkis P.P., West N.P., Stamp G., Heald R.J., Brown G. The prognostic significance of postchemoradiotherapy high-resolution MRI and histopathology detected extramural venous invasion in rectal cancer. *Ann. Surg.* 2015; 261 (3): 473–479. <http://doi.org/10.1097/SLA.0000000000000848>.
 46. Faes S., Gie O., Demartines N., Hahnloser D. Multidisciplinary treatment of locally advanced rectal cancer. *Rev. Med. Suisse.* 2016; 12 (523): 1185–1189. (In French)
 47. Miles W.E. A method of performing abdomino-perineal excision for carcinoma of the rectum and of the terminal portion of the pelvic colon. *The Lancet.* 1908; 172 (4451): 1812–1813.
 48. Heald R.J. The holy plane of rectal surgery. *J. R. Soc. Med.* 1988; 81 (9): 503–508. PMID: 3184105.
 49. Heald R.J., Moran B.J., Ryall R.D.H., Sexton R., MacFarlane J.K. Rectal cancer – the basingstoke experience of total mesorectal excision, 1978–1997. *Arch. Surg.* 1998; 133 (8): 894–898.
 50. Quirke P., Dixon M.F., Durdey P., Williams N.S. Local recurrence of rectal adenocarcinoma due to inadequate surgical resection – histopathological study of lateral tumor spread and surgical excision. *Lancet.* 1986; 2 (8514): 996–999.
 51. Taylor F.G.M., Quirke P., Heald R.J., Moran B.J., Blomqvist L., Swift I.R., Sebag-Montefiore D., Tekkis P., Brown G. Preoperative magnetic resonance imaging assessment of circumferential resection margin predicts disease-free survival and local recurrence: 5-year follow-up results of the MERCURY study. *J. Clin. Oncol.* 2014; 32 (1): 34–114. <http://doi.org/10.1200/JCO.2012.45.3258>.
 52. Bown E.J., Lloyd G.M., Boyle K.M., Miller A.S. Rectal cancer: prognostic indicators of long-term outcome in patients considered for surgery. *Int. J. Colorectal. Dis.* 2014; 29 (2): 147–155. <http://doi.org/10.1007/s00384-013-1772-z>.
 53. Zhao J., Du C.Z., Sun Y.S., Gu J. Patterns and prognosis of locally recurrent rectal cancer following multidisciplinary treatment. *Wld J. Gastroenterol.* 2012; 18 (47): 7015–7020. <http://doi.org/10.3748/wjg.v18.i47.7015>.
 54. Purkayastha S., Tekkis P.P., Athanasiou T., Tilney H.S., Darzi A.W., Heriot A.G. Diagnostic precision of magnetic resonance imaging for preoperative prediction of the circumferential margin involvement in patients with rectal cancer. *Colorectal Dis.* 2007; 9 (5): 402–411. <http://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2006.01104.x>.
 55. Taylor F.G.M., Quirke P., Heald R.J., Moran B., Blomqvist L., Swift I., St Rose S., Sebag-Montefiore D.J., Tekkis P., Brown G., Grp M.S. One millimetre is the safe cut-off for magnetic resonance imaging prediction of surgical margin status in rectal cancer. *Br. J. Surg.* 2011; 98 (6): 872–879. DOI: 10.1002/bjs.7458.
 56. Rullier E., Denost Q., Vendrely V., Rullier A., Laurent C. Low rectal cancer: classification and standardization of surgery. *Dis. Colon. Rectum.* 2013; 56 (5): 560–567. <http://doi.org/10.1097/DCR.0b013e31827c4a8c>.
 57. Perez R., Habr-Gama A., Camargo A., Souza S., Parmigiani R., Galante P., Salim A., Souza J., Quevedo B., Felicio N., Gama-Rodrigues J. Prediction of response to neoadjuvant chemoradiation therapy in patients with distal rectal cancer by gene expression using last generation sequencing. *Dis. Colon. Rectum.* 2011; 54 (5): E7–E7.
 58. Chernikovskii I.L. Multidisciplinary approach in the diagnosis and treatment of resectable rectal cancer. *Practical oncology.* 2015; 16 (2): 69–76. (In Russian)
 59. Sauer R., Becker H., Hohenberger W., Rodel C., Wittekind C., Fietkau R., Martus P., Tschmelitsch J., Hager E., Hess C.F., Karstens J.H., Liersch T., Schmidberger H., Raab R., German Rectal Cancer Study Group. Preoperative versus postoperative chemoradiotherapy for rectal cancer. *New Engl. J. Med.* 2004; 351 (17): 1731–1740. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa040694>.
 60. Hotker A.M., Tarlinton L., Mazaheri Y., Woo K.M., Gonen M., Saltz L.B., Goodman K.A., Garcia-Aguilar J., Gollub M.J. Multiparametric MRI in the assessment of response of rectal cancer to neoadjuvant chemoradiotherapy: A comparison of morphological, volumetric and functional MRI parameters. *Eur. Radiol.* 2016; 26 (12): 4303–4312. <http://doi.org/10.1007/s00330-016-4283-9>.
 61. Dworak O., Keilholz L., Hoffmann A. Pathological features of rectal cancer after preoperative radiochemotherapy. *Int. J. Colorectal Dis.* 1997; 12 (1): 19–23.
 62. Camma C., Giunta M., Fiorica F., Pagliaro L., Craxi A., Cottone M. Preoperative radiotherapy for resectable rectal cancer – a meta-analysis. *J. Am. Med. Ass.* 2000; 284 (8): 1008–1015.
 63. Bhangu A., Ali S.M., Cunningham D., Brown G., Tekkis P. Comparison of long-term survival outcome of operative vs nonoperative management of recurrent rectal cancer. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (2): 156–163. <http://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2012.03123.x>.
 64. Tyuryaeva E.I. Chemoradiotherapy for rectal cancer. *Practical oncology.* 2008; 9 (1): 31–38. (In Russian)
 65. Keam S.J., Dunn C.J., Figgitt D.P. Oxaliplatin – in operable colorectal cancer. *Drugs.* 2005; 65 (1): 89–96. <http://doi.org/10.2165/00003495-200565010-00005>.
 66. Hoetker A.M., Garcia-Aguilar J., Gollub M.J. Multiparametric MRI of rectal cancer in the assessment of response to therapy: a systematic review. *Dis. Colon Rectum.* 2014; 57 (6): 790–799. <http://doi.org/10.1097/DCR.0000000000000127>.
 67. Evans J., Tait D., Swift I., Pennert K., Tekkis P., Wotherpoon A., Chau I., Cunningham D., Brown G. Timing of surgery following preoperative therapy in rectal cancer: the need for a prospective randomized trial? *Dis. Colon Rectum.* 2011; 54 (10): 1251–1259. <http://doi.org/10.1097/DCR.0b013e318281f4b>.
 68. Patel U.B., Brown G., Rutten H., West N., Sebag-Montefiore D., Glynne-Jones R., Rullier E., Peeters M., Van Cutsem E., Ricci S., Van de Velde C., Kjell P., Quirke P. Comparison of magnetic resonance imaging and histopathological response to chemoradiotherapy in



- locally advanced rectal cancer. *Ann. Surg. Oncol.* 2012; 19 (9): 2842–2852.
<http://doi.org/10.1245/s10434-012-2309-3>.
69. Patel U.B., Brown G. MRI-based assessment of tumor regression in rectal cancer. *Curr. Colorectal Cancer Rep.* 2013; 9 (2): 136–145.
<http://doi.org/10.1007/s11888-013-0169-2>.
 70. Sassen S., de Booi M., Sosef M., Berendsen R., Lammering G., Clarijs R., Bakker M., Beets-Tan R., Warmerdam F., Vliegen R. Locally advanced rectal cancer: is diffusion weighted MRI helpful for the identification of complete responders (ypTON0) after neoadjuvant chemoradiation therapy? *Eur. Radiol.* 2013; 23 (12): 3440–3449.
<http://doi.org/10.1007/s00330-013-2956-1>.
 71. Park M.J., Kim S.H., Lee S.J., Jang K.M., Rhim H. Locally advanced rectal cancer: added value of diffusion-weighted MR imaging for predicting tumor clearance of the mesorectal fascia after neoadjuvant chemotherapy and radiation therapy. *Radiology.* 2011; 260 (3): 771–780.
<http://doi.org/10.1148/radiol.11102135>.
 72. Boone D., Taylor S.A., Halligan S. Diffusion weighted MRI: overview and implications for rectal cancer management. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (6): 655–661.
<http://doi.org/10.1111/codi.12241>.
 73. Heijnen L.A., Lambregts D.M.J., Mondal D., Martens M.H., Riedl R.G., Beets G.L., Beets-Tan R.G.H. Diffusion-weighted MR imaging in primary rectal cancer staging demonstrates but does not characterise lymph nodes. *Eur. Radiol.* 2013; 23 (12): 3354–3360.
<http://doi.org/10.1007/s00330-013-2952-5>.
 74. Alberda W.J., Dassen H.P.N., Dwarkasing R.S., Willemsen F.E.J.A., van der Pool A.E.M., de Wilt J.H.W., Burger J.W. A., Verhoef C. Prediction of tumor stage and lymph node involvement with dynamic contrast-enhanced MRI after chemoradiotherapy for locally advanced rectal cancer. *Int. J. Colorectal Dis.* 2013; 28 (4): 573–580.
<http://doi.org/10.1007/s00384-012-1576-6>.
 75. Hylton N. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging as an imaging biomarker. *J. Clin. Oncol.* 2006; 24 (20): 3293–3298.
<http://doi.org/10.1200/JCO.2006.06.8080>.
 76. Fusco R., Sansone M., Petrillo M., Avallone A., Delrio P., Petrillo A. Dynamic Contrast Enhanced Magnetic Resonance Imaging in Rectal Cancer. Rectal Cancer-A Multidisciplinary Approach to Management / Giulio D., Santoro A. InTech. 2011; 75–98.
 77. Arya S., Das D., Engineer R., Saklani A. Imaging in rectal cancer with emphasis on local staging with MRI. *Indian J. Radiol. Imaging.* 2015; 25 (2): 148–161.
<http://doi.org/10.4103/0971-3026.155865>.

Для корреспонденции*: Гришко Павел Юрьевич – 197758, п. Песочный, Ленинградская область, Ленинградская ул., д. 68, ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”. Тел.: +7-921-595-05-63. E-mail: dr.grishko@mail.ru

Гришко Павел Юрьевич – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики, ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Балясникова Светлана Сергеевна – канд. мед. наук, старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург; Radiologist at the Department of Radiology The Royal Marsden Hospital, NHS Foundation Trust, Downs Road, Sutton, Surrey, SM2 5PT UK; Imperial College London, London, UK.

Самсонов Денис Владимирович – канд. мед. наук, врач-онколог хирургического отделения абдоминальной онкологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Мищенко Андрей Владимирович – доктор мед. наук, заведующий научным отделением диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”; профессор НК и ОЦ “Лучевая диагностика и ядерная медицина” СПбГУ, Санкт-Петербург.

Карачун Алексей Михайлович – доктор мед. наук, заведующий хирургическим отделением абдоминальной онкологии, ведущий научный сотрудник научного отделения опухолей желудочно-кишечного тракта ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Правосудов Игорь Витальевич – доктор мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник научного отделения опухолей желудочно-кишечного тракта ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, профессор кафедры онкологии медицинского факультета СПбГУ, Санкт-Петербург.

Contact*: Pavel Yu. Grishko – 197758 Russian Federation, St. Petersburg, Pesochny, Leningradskaya str., 68. N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology. Phone: 7-921-595-05-63. E-mail: dr.grishko@mail.ru

Pavel Yu. Grishko – radiologist at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Svetlana S. Balyasnikova – cand. of med. sci., radiologist at the Department of Radiology, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg; Radiologist at the Department of Radiology The Royal Marsden Hospital, NHS Foundation Trust, Downs Road, Sutton, Surrey, SM2 5PT UK; Imperial College London, London, UK.

Denis V. Samsonov – cand. of med. sci., oncologist at the Department of Abdominal Oncology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Andrei V. Mishchenko – doct. of med. sci., Head of the Department of Diagnostic and Interventional radiology, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, Professor of the Scientific Clinical and Educational Center “Radiation Diagnostics and Nuclear Medicine” of St. Petersburg State University, St. Petersburg.

Alexey M. Karachun – doct. of med. sci., Head of the Department of abdominal oncology, Leading researcher of the Department of Gastrointestinal Tumors, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

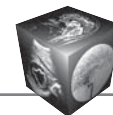
Igor V. Pravosudov – doct. of med. sci., Professor, Leading researcher of the Department of Gastrointestinal Tumors, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Поступила в редакцию 28.01.2019.

Принята к печати 02.04.2019.

Received on 28.01.2019.

Accepted for publication on 02.04.2019.



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-27-35

Робот-ассистированные чрескожные вмешательства под КТ-контролем: первый опыт

Буровик И.А. *, Прохоров Г.Г., Лушина П.А., Васильев А.В., Дегтярёва Е.А.

ФГБУ "НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова" Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

CT-guided robotic-assisted percutaneous interventions: first experience

Burovik I.A. *, Prohorov G.G., Lushina P.A., Vasiliev A.V., Degtiareva E.A.

FSBI "N.N. Petrov NMRC of Oncology" Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

Компьютерная томография (КТ) является эффективным методом контроля проведения малоинвазивных чрескожных вмешательств. Наиболее часто для лучевого мониторинга используются последовательный режим КТ-сканирования и КТ-флюороскопия. Альтернативным и относительно новым способом контроля выполнения интервенционных процедур является применение роботизированных КТ-совместимых устройств.

Цель исследования: продемонстрировать удобство, эффективность и безопасность роботизированной пункции как способа выполнения интервенционных процедур под КТ-контролем.

Материал и методы. Операции проводились в условиях КТ-операционной ФГБУ "НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова" Минздрава России с использованием компьютерного томографа Philips Ingenuity и роботизированной приставки Maxio Perfint. В статье представлены клинические наблюдения биопсии опухоли надпочечника и криоабляции опухоли почки. При выполнении криоабляции применялась Медицинская криотерапевтическая система.

Результаты. Использование роботизированного устройства позволило выполнить соответствующие манипуляции.

Заключение. Роботизированная приставка Maxio представляет перспективным техническим решением для КТ-контролируемых чрескожных интервенций. Оценка лечебной эффективности использования роботизированной приставки в сравнении с традиционными подходами КТ-контроля при миниинвазивных вмешательствах требует дальнейшего изучения и анализа на более объемной выборке в более длительные сроки наблюдения.

Ключевые слова: интервенции под КТ-контролем, миниинвазивные чрескожные вмешательства в онкологии, КТ-совместимые роботизированные системы, робот-ассистированные операции под КТ-контролем.

Ссылка для цитирования: Буровик И.А., Прохоров Г.Г., Лушина П.А., Васильев А.В., Дегтярёва Е.А.

Робот-ассистированные чрескожные вмешательства под КТ-контролем: первый опыт. *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 27–35.

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-27-35.

Computed tomography is an effective method of monitoring of percutaneous interventions. Conventional CT guidance and CT-fluoroscopy are used most frequently for procedure monitoring. Image-guided robotic needle positioning is an alternative and relatively modern approach for interventional procedures.

Purpose: to demonstrate convenience, effectiveness and safety of robotic system for CT-guided interventions.

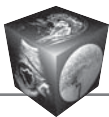
Materials and methods. CT-guided percutaneous interventions were performed in FSBI "N.N. Petrov NMRC of Oncology" Ministry of Healthcare of The Russian Federation using the Philips Ingenuity CT scanner and Maxio Perfint robotic system. This article presents clinical observations of adrenal tumor biopsy and cryoablation of a renal cell carcinoma. For cryoablation the Medical Cryotherapeutic System was used.

Results. The robotic system for CT-guided interventions allowed to perform corresponding surgical procedures.

Conclusions. The Maxio robotic console seems to be a promising technical solution for CT-guided interventions. Evaluation of the effectiveness of the robotic and traditional approaches of CT control in percutaneous procedures requires further investigations and analysis on larger data sample in longer periods of observation.

Key words: CT-guided interventions, mini-invasive percutaneous procedures in oncology, CT-compatible robotic systems, CT-guided robotic-assisted interventions.

Recommended citation: Burovik I.A., Prohorov G.G., Lushina P.A., Vasiliev A.V., Degtiareva E.A. CT-guided robotic-assisted percutaneous interventions: first experience. *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 27–35. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-27-35.



Введение

Компьютерная томография (КТ) является эффективным методом контроля проведения малоинвазивных чрескожных стереотаксических вмешательств [1, 2]. К наиболее часто выполняемым подобным операциям относятся биопсии, дренирования и различные виды абляции.

Как правило, для лучевого мониторинга интервенций используется или последовательный режим КТ, или режим КТ-флюороскопии. При первом варианте врач постепенно, шаг за шагом продвигает иглу в необходимом направлении и периодически, выходя из процедурной кабинета КТ, выполняет сканирования для контроля положения инструмента в пространстве. С учетом того, что при такой операции само продвижение иглы происходит “вслепую”, имеется относительно большой риск повреждения соседних органов и других анатомических структур, кроме того, процедура занимает относительно много времени, высока лучевая нагрузка на пациента за счет многократных сканирований [3, 4]. В то же время медицинский персонал в этой ситуации, как правило, не подвергается лучевому воздействию. В противоположность этому при интервенционном вмешательстве под КТ-флюороскопией врач проводит операцию в режиме «реального времени», стоя около апертуры гентри в зоне воздействия ионизирующего излучения. Такой подход обеспечивает лучший уровень визуального контроля, сокращает время операции и число послеоперационных осложнений, тем самым повышает эффективность процедуры [4, 5].

Залогом успеха интервенций под КТ-контролем является точность установки инструмента в зону интереса. Однако при проведении операции и в последовательном режиме, и способом КТ-флюороскопии ограничивающими факторами могут явиться недостаточность пространства апертуры гентри для размещения инструмента и сложность достижения цели при значительном отклонении траектории иглы от осей y и z [6, 7].

Для решения проблем сложной траектории введения иглы, снижения лучевой нагрузки на врача и пациента, а в итоге для повышения эффективности и безопасности малоинвазивных чрескожных вмешательств активно разрабатываются КТ-совместимые роботизированные стереоскопические системы [8, 9]. Одним из таких технических решений является серийно выпускаемый аппарат этой направленности роботизированная приставка Maxio Perfint.

Цель исследования

Продемонстрировать удобство, эффективность и безопасность роботизированной пункции

как способа выполнения интервенционных процедур под КТ-контролем.

Материал и методы

Малоинвазивные чрескожные вмешательства проводились в условиях КТ-операционной ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова” Минздрава России с использованием компьютерного томографа Philips Ingenuity и роботизированной приставки Maxio® Perfint. При выполнении криоабляции опухоли почки применялась Медицинская криотерапевтическая система (МКС).

Основными функциональными элементами приставки являются (рис. 1):

- подвижная стойка. Устанавливается перед процедурой справа или слева от стола томографа на специальные металлические платформы. Внутри стойки размещены блоки управления и вспомогательные механизмы, а на ней – монитор и ручка-манипулятор;

- монитор. На этапе планирования на экране производится выбор типа манипуляции: биопсия, абляция, анестезия, другое. При этом в случае выбора аблятивного вмешательства имеется возможность моделирования объема зоны воздействия и конфигурации формы предполагаемой зоны некроза, исходя из количества и взаиморасположения электродов/зондов при использовании оборудования различных производителей. Программное обеспечение позволяет провести сегментацию печени, в том числе при совмещении серий изображений нескольких фаз контрастирования. При проведении абляции можно запланировать одновременное введение до 6 электродов,

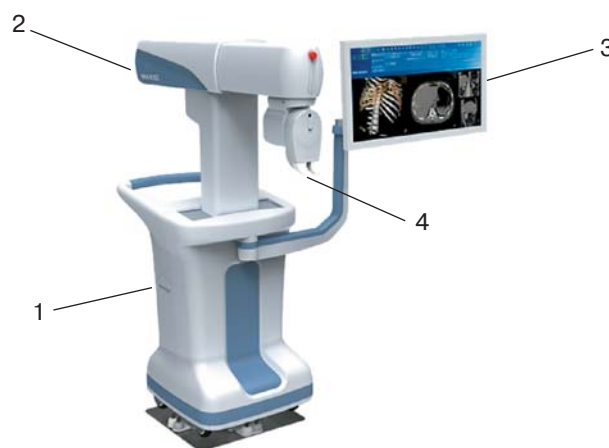
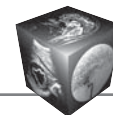


Рис. 1. Роботизированная приставка Maxio® Perfint (внешний вид). 1 – стойка; 2 – рука-манипулятор; 3 – монитор; 4 – пластина-фиксатор (стрелки).

Fig. 1. Maxio® Perfint robotic system (general appearance). 1 – base; 2 – robotic arm; 3 – monitor; 4 – end-effector of the robotic arm (arrows).



при этом система автоматически рассчитывает оптимальный порядок их установки. Для контроля эффективности процедуры имеется возможность после выполнения контрольного КТ-сканирования на мониторе роботизированной приставки совместить до- и послеоперационные изображения и, таким образом, определить степень отклонения иглы от намеченной траектории или несовпадение размеров и формы зоны абляции относительно планируемых;

- рука-манипулятор. Представляет собой подвижный элемент роботизированной приставки. После этапа планирования рабочий элемент руки-манипулятора придвигается к поверхности тела пациента в проекции точки вкола и ориентируется в пространстве таким образом, чтобы обеспечить нужную траекторию введения инструмента. На конце “руки” находятся подвижные металлические “лапки”, в которых зажимается специальная разъемная пластиковая проставка, имеющая внутри канал для иглы. Диаметр канала варьирует в зависимости от толщины инструмента от 11 до 21 G;

- пояс-индикатор для контроля дыхания. Вспомогательный элемент роботизированной системы, предназначенный для обеспечения одинаковой глубины вдоха пациента на различных этапах проведения операции. Необходимость подобного приспособления обусловлена тем, что при изменении объема легких может происходить значительное перемещение зоны интереса, расположенной в груди или животе. В то же время для точного позиционирования иглы критически важным является идентичность локализации цели при предоперационном сканировании и на этапе введения инструмента. Пояс фиксируется на уровне груди или живота и оснащен датчиками, определяющими степень его растяжения. Последняя отражается на шкале световых индикаторов, устанавливаемой в зоне видимости для пациента. При этом после небольшой тренировки больной, выполняя команды врача, может самостоятельно отслеживать нужную амплитуду дыхательных экскурсий;

- фиксирующий вакуумный матрас. Матрас внутри содержит мелкие легкие шарики из синтетического материала и имеет клапан для нагнетания/эвакуации воздуха. При проведении процедуры матрас размещается на столе томографа, далее на него укладывают пациента и свободными боковыми поверхностями матраса оборачивают его, оставляя свободной область оперативного доступа. Далее из камеры матраса с помощью компрессора откачивают воздух, при этом матрас, сохраняя приданную ему форму, прочно

фиксируется, что препятствует движению пациента и в дальнейшем обеспечивает точность позиционирования иглы.

Для демонстрации роботизированной приставки приводим показательные клинические наблюдения: диагностическое (трепанбиопсия опухоли надпочечника) и лечебное (криоабляция опухоли почки).

Результаты

Клиническое наблюдение 1

Пациент М., 54 года, диагноз: “меланома кожи спины (p)TxN1bM0. Прогрессирование процесса после не-радикального лечения в 2017 г.: появление метастазов в мягких тканях шеи, затылочных лимфоузлах. Состояние на фоне терапии пембролизумабом с 13.08.2018”.

При контрольном обследовании после 4-го цикла терапии по данным КТ шеи, груди, живота отмечено появление образования в теле левого надпочечника размерами 25 × 17 мм; метастазы в затылочных лимфоузлах значимо в размерах не изменились, отмечен полный регресс метастазов в мягких тканях шеи. Эффект лечения расценен как псевдопрогрессирование. После 6-го цикла зарегистрировано дальнейшее увеличение образования в надпочечнике до 35 × 33 мм (рис. 2).

С учетом подозрения на прогрессирование опухолевого процесса с целью гистологической верификации изменений принято решение о выполнении трепан-биопсии образования надпочечника.

В связи с большой массой пациента и неудовлетворительной визуализацией опухоли при УЗИ было принято решение о проведении биопсии под КТ-контролем с применением роботизированной приставки. Как было описано выше, пациент был фиксирован с помощью матраса на столе томографа в положении “на животе”, контроль глубины вдоха пациентом осуществлялся посредством специального пояса-индикатора. Проведено предоперационное КТ-сканирование (рис. 3).

Как видно на рис. 3, при доступе к опухоли надпочечника в аксиальной плоскости биопсийная игла с большой вероятностью пройдет через плевральную полость и легочную паренхиму, что может стать причиной развития осложнений – пневмо- или гемоторакса. В связи с этим оптимальным вариантом в этой ситуации является введение иглы под углом. Полученные КТ-данные загружены в роботизированную приставку, где выполнена предоперационная разметка траектории вкола иглы (рис. 4). Далее рука-манипулятор робота позиционирована над точкой вкола.

После проведения местной анестезии биопсийная игла введена через пластиковую проставку, фиксированную в лапках руки-манипулятора (рис. 5). Глубина введения иглы до образования составила 18 см.

Выполнено контрольное сканирование для определения положения иглы (рис. 6). Как видно на рисунке,

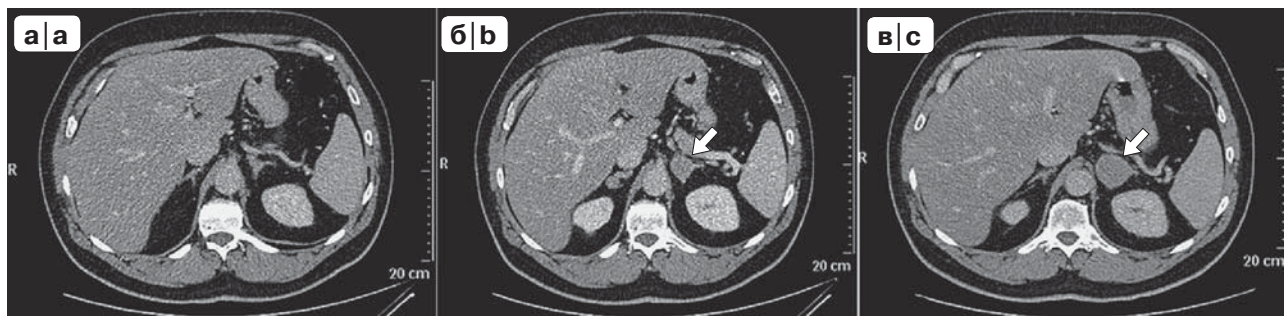
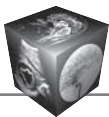


Рис. 2. Компьютерные томограммы брюшной полости пациента М., 54 лет. Образование в теле левого надпочечника (стрелки). а – до начала лечения пембролизумабом образование в надпочечнике не выявляется; б – через 4 цикла терапии пембролизумабом образование размерами 25×17 мм; в – через 6 циклов терапии пембролизумабом образование размерами 35×33 мм.

Fig. 2. Abdominal CT scan of the 54-year-old patient, M. The lesion in the body of the left adrenal gland (arrows). а – before starting pembrolizumab: no evidence of lesion in the adrenal gland; б – after 4 cycles of pembrolizumab: the lesion is 25×17 mm in size; c – after 6 cycles of pembrolizumab: the lesion is 35×33 mm in size.

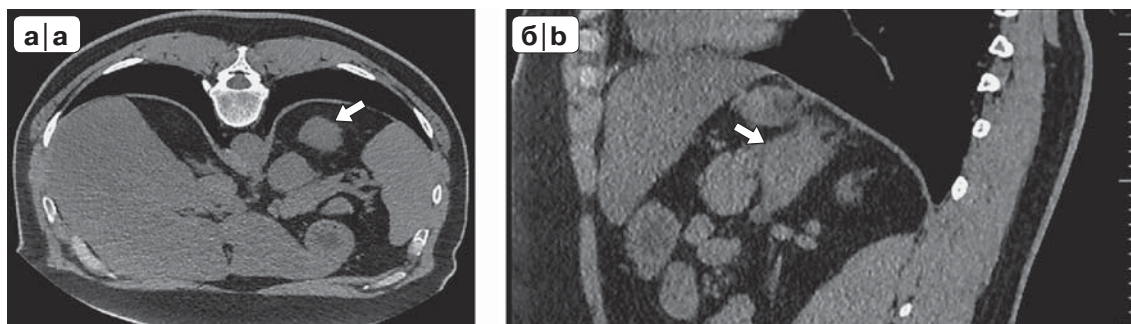


Рис. 3. Компьютерные томограммы брюшной полости пациента М., 54 лет, в положении на животе перед биопсией. а – аксиальный срез на уровне образования; б – МРР-реформация в сагиттальной плоскости. Образование в теле левого надпочечника (стрелки). Пояснение в тексте.

Fig. 3. Abdominal CT scan of the 54-year-old patient, M. in the prone position before biopsy. а – axial scan at the level of the tumor; б – MPR in sagittal plane. The lesion in the body of the left adrenal gland (arrows). The explanation is in the text.

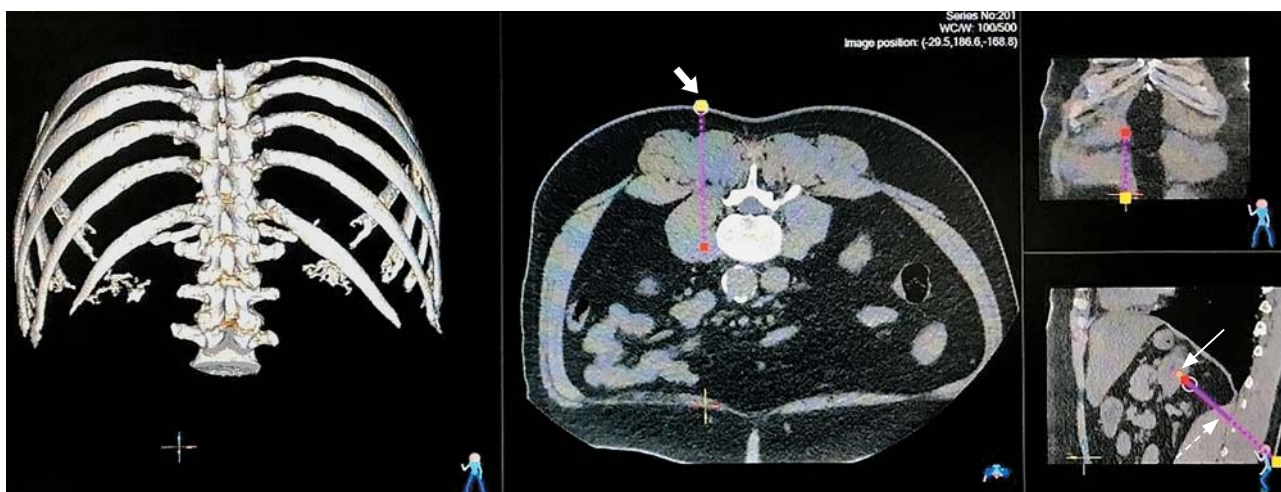


Рис. 4. Компьютерная томограмма пациента М., 54 лет, загруженная в роботизированную приставку Maxio для предоперационной разметки: точка входа (толстая стрелка), точка цели (тонкая стрелка), планируемая траектория иглы (пунктирная стрелка).

Fig. 4. CT scan of the 54-year-old patient, M., which loaded into the Maxio robotic system for preoperative marking: the entry point (thick arrow), the target point (thin arrow), needle path planning (dashed arrow).

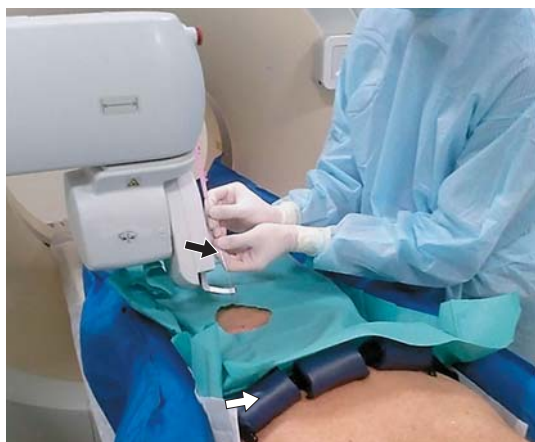
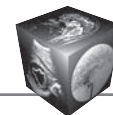


Рис. 5. Фото этапа введения биопсийной иглы. Угол наклона руки манипулятора с установленной иглой (черная стрелка) соответствует расчетным предварительным данным. Пояс-индикатор на уровне живота пациента (белая стрелка).

Fig. 5. Needle placement process. The angle of the end-effector with the inserted needle (black arrow) corresponds to estimated preliminary data. The breath belt is at the level of the patient's abdomen (white arrow).

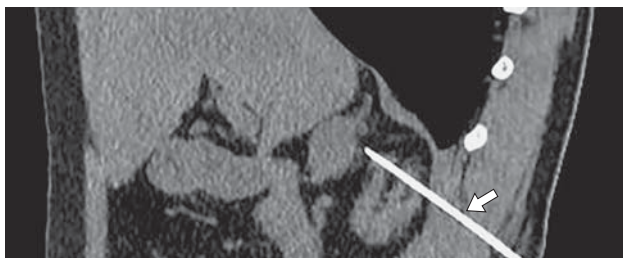


Рис. 6. Компьютерная томограмма брюшной полости пациента М., 54 лет. МРР-реформация в сагиттальной плоскости через ось иглы. Биопсийная игла у края опухоли надпочечника (стрелка).

Fig. 6. Abdominal CT scan of the 54-year-old patient, M.: MPR in sagittal plane through the needle axis. The biopsy needle at the edge of the adrenal gland tumor (arrow).

конец иглы расположен у поверхности образования надпочечника. С помощью биопсийного пистолета осуществлен “выстрел” на глубину 22 мм и забран образец ткани.

По данным гистологического исследования подтвержден метастаз эпителиоидно-клеточной меланомы – прогрессирование заболевания.

Как продемонстрировано клиническим наблюдением, использование роботизированной приставки позволило выполнить точное введение биопсийной иглы по сложной траектории на большую глубину и получить информативный образец ткани для гистологического исследования, произведена верификация опухоли, что дало возможность скорректировать лечение пациента.

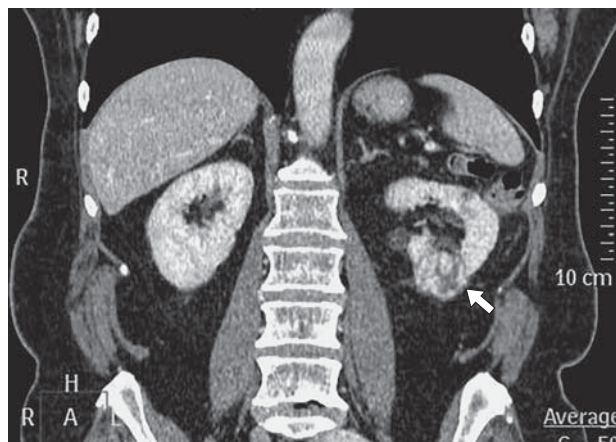


Рис. 7. Компьютерная томограмма брюшной полости пациента С., 81 года. МРР в корональной плоскости через максимальный размер опухоли (стрелка).

Fig. 7. Abdominal CT scan of the 81-year-old patient, C. MPR in coronal plane through the maximum tumor size (arrow).

Клиническое наблюдение 2

Пациент С., 81 год, диагноз: “светлоклеточный почечно-клеточный рак левой почки (p)T1bN0M0. Лапароскопическая резекция левой почки от 03.07.2012”.

В октябре 2018 г. при контрольной КТ живота в нижнем полюсе левой почки выявлено гиперваскулярное образование размерами 25 × 24 мм – рецидив рака почки (рис. 7). Учитывая возраст, выраженную сопутствующую патологию, локализацию и размер опухоли, принято решение о проведении криоабляции опухоли почки под КТ-контролем.

После введения в наркоз пациент был расположен на столе томографа и фиксирован с помощью вакуумного матраса в положении “на животе”. На остановленном дыхании выполнено сканирование перед манипуляцией. Предварительный анализ изображений КТ с помощью программного обеспечения роботизированной приставки позволил смоделировать зону абляции с оптимальным расположением трех криозондов. Последовательно введены три интродьюсера со стилетами, через один из интродьюсеров осуществлен забор биопсийного материала, далее стилеты заменены на криозонды МКС (рис. 8). Проведено 2 цикла криоабляции с установочной температурой –195 °С длительностью 10 и 5 мин с периодом активного отогрева между циклами в течение 10 мин.

При КТ на следующие сутки после операции зона абляции с опухолью аваскулярна, в ее структуре видны дефекты по ходу ранее стоявших криозондов (рис. 9). Изменения в паренхиме почки и периренальной клетчатке, прилежащей к зоне воздействия, выражены незначительно.

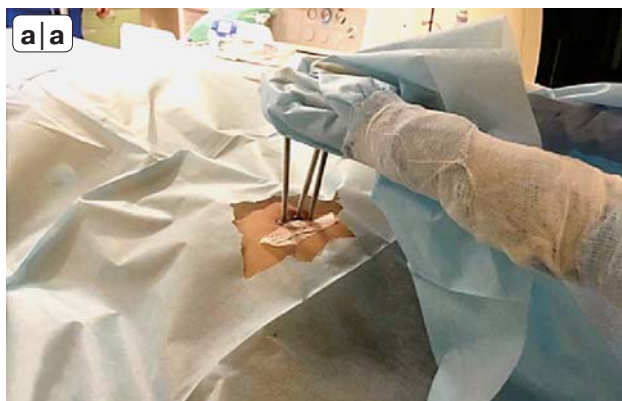
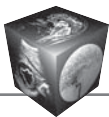


Рис. 8. Фото этапа активной криоабляции опухоли почки. а – расположение криозондов; б – экран МКС с параметрами режима криоабляции.

Fig. 8. The step of cryoablation of renal tumor. а – cryoprobes; б – Medical Cryotherapeutic System screen with cryoablation mode parameters.

Рис. 9. Компьютерная томограмма брюшной полости пациента С., 81 года. МРР в корональной плоскости через максимальный размер опухоли через сутки после криоабляции (стрелка). Пояснение в тексте.

Fig. 9. Abdominal CT scan of the 81-year-old patient, С. МРР in coronal plane through the maximum tumor size in 1 day after cryoablation (arrow). The explanation is in the text.



Рис. 10. Компьютерные томограммы брюшной полости пациента С., 81 года. МРР в корональной плоскости. а – гипervasкулярная опухоль левой почки до криоабляции (стрелка); б – аваскулярная опухоль в почке через 3 мес после операции (стрелка). Пояснение в тексте.

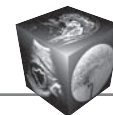
Fig. 10. Abdominal CT scan of the 81-year-old patient, С.; МРР in coronal plane: а – hypervascular mass in left kidney before cryoablation (arrow); б – avascular mass in the kidney in 3 months after the operation (arrow). The explanation is in the text.

На следующий день после операции пациент отмечал незначительно выраженный дискомфорт в области операции, анализ мочи был нормальным. Пациент был выписан в удовлетворительном состоянии. По данным гистологического исследования подтвержден светлоклеточный почечно-клеточный рак.

Проведено контрольное КТ-сканирование через 3 мес после операции (рис. 10). Как видно на рисунке,

на месте ранее существовавшей опухоли в почке имеется аваскулярное образование. Минимальное накопление контрастного препарата, наиболее вероятно, связано с реактивными воспалительными изменениями. Узловых гипervasкулярных образований не выявлено, что указало бы на процедив опухоли.

Приведенное клиническое наблюдение показывает, что использование роботизированной приставки обес-



печило адекватное планирование и точное позиционирование одновременно трех зондов для оптимальной криодеструкции опухоли почки. Это позволило не только эффективно провести аблятивное вмешательство, но и избежать холодового повреждения прилежащих к опухоли почечной паренхимы, структур почечного синуса, а также и периренальной клетчатки.

Обсуждение

Миниинвазивные вмешательства, такие как биопсии, дренирования или некоторые лечебные процедуры (микроволновая, крио- и радиочастотная абляция, брахитерапия), как правило, выполняются чрескожно, путем установки иглы в зону интереса (например, в опухоль). Преимуществами такого подхода перед открытыми операциями являются меньшие объем операционной травмы, выраженность болевого синдрома при манипуляции, число послеоперационных осложнений, более короткие сроки госпитализации и восстановления работоспособности [10, 11].

Для предоперационной оценки, планирования вмешательства и интраоперационного контроля могут использоваться различные лучевые модальности. Наиболее часто для этих целей применяются УЗИ и КТ. Ультразвуковой метод позволяет проводить мониторинг продвижения иглы в режиме реального времени, не сопровождается ионизирующим излучением [12, 13]. Ограничение применения метода может быть обусловлено экранированием объекта костными и газосодержащими структурами, глубоким расположением образования, недостаточностью представления о его пространственной конфигурации и взаимоотношении с прилежащими органами.

КТ позволяет эффективно визуализировать большинство образований, при необходимости может сопровождаться контрастным усилением, дает четкое понимание пространственного взаимоотношения инструмента и цели [12, 13]. К недостаткам метода в первую очередь относится облучение пациента, а также и персонала в случае выполнения вмешательства в режиме КТ-флюороскопии. Также минусом является отсутствие возможности визуального контроля в режиме реального времени при последовательном способе проведения операции, а также ограниченность пространства для манипуляции инструментами в гентри КТ при выполнении интервенции под контролем КТ-флюороскопии.

В целом точная установка инструмента в соответствии с запланированной траекторией является критически важным фактором успеха при выполнении чрескожных диагностических и лечебных вмешательств. Для этого могут применяться

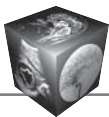
различные технические решения. Так, в нейрохирургии, требующей особо высокой точности позиционирования инструментов и где имеется возможность жесткой фиксации головы, стереотаксические и роботизированные системы уже используются на протяжении нескольких десятилетий [14, 15]. Роботизированные приставки для УЗ- и МР-контролируемых вмешательств на предстательной железе являются другим примером подобных широко распространенных систем [16, 17].

При КТ-контролируемых операциях на органах груди и живота в последнее время также разрабатываются и используются механические и электронные вспомогательные устройства [18]. Они могут быть как относительно простыми, в виде подвижной фиксирующей к коже направляющей для иглы определенного диаметра, так и представлять собой сложные многофункциональные роботизированные комплексы, позволяющие планировать и контролировать процесс операции различной сложности.

Для предотвращения движений пациента и смещения цели при интервенционных процедурах рекомендуется применение вакуумных матрасов на этапах предоперационного сканирования и в момент введения иглы [19]. Использование подобных устройств также способствует большему комфорту пациента в сравнении с ситуацией, когда больной длительно расположен на плоском твердом столе компьютерного томографа.

Другим потенциально ограничивающим фактором при чрескожных вмешательствах являются дыхательные экскурсии пациента, приводящее к смещению внутренних органов. Так, если образование в верхушке легкого изменяет свое положение при дыхании незначительно, то при локализации опухоли в наддиафрагмальном отделе может происходить ее смещение на 5 см и более. Поэтому рекомендуют выполнять предоперационное сканирование и введение иглы с фиксированным объемом газовой смеси в легких при их искусственной вентиляции или, если пациент на спонтанном дыхании, ему подаются необходимые команды для задержки дыхания в определенной фазе [20].

В представленном в статье способе при использовании роботизированной приставки факторы движения пациента и дыхания решены именно такими способами – применением вакуумного матраса и пояса для контроля дыхания. Как было продемонстрировано в представленных клинических наблюдениях, использование приставки и вспомогательного оборудования позволяет эффективно решать задачу точного позиционирования



ния инструментов при миниинвазивных чрескожных вмешательствах, а также избежать серьезных осложнений.

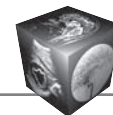
В то же время существуют на данный момент и нерешенные задачи при применении этого способа. Основной из них представляется необходимость выполнения КТ-сканирования с установленной в теле пациента иглой для верификации соответствия планируемой и фактической траектории введения. Так как этот процесс может занять несколько минут, то, к примеру, в случае вмешательства на легких повышается риск развития осложнений операции. Также при использовании приставки максимальный диаметр рабочего канала на сегодня составляет 11 G, что, очевидно, ограничивает применение больших по диаметру инструментов, используемых при криохирургических вмешательствах и при различных видах дренирований и органостомий.

Заключение

Было продемонстрировано, что способ с использованием роботизированной приставки для малоинвазивных интервенционных вмешательств представляется удачным техническим решением для КТ-контролируемых чрескожных операций, позволяющим эффективно выполнить ряд оперативных этапов, таких как планирование и введение инструмента. Оценка клинической эффективности использования роботизированной приставки в сравнении с традиционными подходами КТ-мониторинга при интервенционных вмешательствах требует дальнейшего изучения на репрезентативных выборках при длительном онкологическом контроле.

Список литературы [References]

1. Katada K., Kato R., Anno H., Ogura Y., Koga S., Ida Y., Sato M., Nonomura K. Guidance with real-time CT fluoroscopy: early clinical experience. *Radiology*. 1996; 200: 851–856. <http://doi.org/10.1148/radiology.200.3.8756943>.
2. Goldberg S.N., Keogan M.T., Raptopoulos V. Percutaneous CT-guided biopsy: improved confirmation of sampling site and needle positioning using a multistep technique at CT fluoroscopy. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2000; 24: 264–266.
3. Leng S. Radiation Dose in CT-guided Interventional Procedures: Establishing a Benchmark. *Radiology*. 2018; 289 (1): 158–159. <http://doi.org/10.1148/radiol.2018181245>.
4. Bissoli E., Bison L., Gioulis E., Chisena C., Fabbris R. Multislice CT fluoroscopy: technical principles, clinical applications and dosimetry. *Radiol. Med.* 2003; 106 (3): 201–212.
5. Carlson S.K., Bender C.E., Classic K.L., Zink F.E., Quam J.P., Ward E.M., Oberg A.L. Benefits and safety of CT fluoroscopy in interventional radiologic procedures. *Radiology*. 2001; 219 (2): 515–520. <http://doi.org/10.1148/radiology.219.2.r01ma41515>.
6. Kimura T., Naka N., Minato Y., Inoue Y., Kimura T., Mawatari H., Yamauchi S., Akira M., Kawahara M. Oblique approach of computed tomography guided needle biopsy using multiplanar reconstruction image by multidetector-row CT in lung cancer. *Eur. J. Radiol.* 2004; 52: 206–211. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2004.01.007>.
7. Gupta S., Nguyen H.L., Morello F.A. Jr., Ahrar K., Wallace M.J., Madoff D.C., Murthy R., Hicks M.E. Various approaches for CT-guided percutaneous biopsy of deep pelvic lesions: anatomic and technical considerations. *Radiographics*. 2004; 24: 175–189. <http://doi.org/10.1148/rg.241035063>.
8. Cleary K., Melzer A., Watson V., Kronreif G., Stoianovici D. Interventional robotic systems: applications and technology state-of-the-art. *Minim. Invasive Ther. Allied. Technol.* 2006; 15: 101–113. <http://doi.org/10.1080/13645700600674179>.
9. Kettenbach J., Kara L., Toporek G., Fuerst M., Kronreif G. A robotic needle-positioning and guidance system for CT-guided puncture: Ex vivo results. *Minim. Invasive Ther. Allied. Technol.* 2014; 23: 271–278. <http://doi.org/10.3109/13645706.2014.928641>.
10. Charles E. Ray Jr. Interventional radiology and the care of the oncology patient. *Am. Fam. Physician*. 2000; 62 (1): 95–102.
11. Ellis L.M., Curley S.A., Tanabe K.K. Radiofrequency Ablation for Cancer: Current Indications, Techniques and Outcomes. New York: Springer. 2004. 307 p.
12. Carberry G.A., Lubner M.G., Wells S.A., Hinshaw J.L. Percutaneous biopsy in the abdomen and pelvis: a step-by-step approach. *Abdom. Radiol.* 2016; 41 (4): 720–742. <http://doi.org/10.1007/s00261-016-0667-1>.
13. Sheafor D.H., Paulson E.K., Kliwer M.A., DeLong D.M., Nelson R.C. Comparison of sonographic and CT guidance techniques: does CT fluoroscopy decrease procedure. *Am. J. Roentgenol.* 2000; 174 (4): 939–942. <http://doi.org/10.2214/ajr.174.4.1740939>.
14. Spiegel E.A., Wycis H.T., Marks M., Lee A.J. Stereotaxic apparatus for operations on the human brain. *Science*. 1947; 106 (2754): 349–350. <http://doi.org/10.1126/science.106.2754.349>.
15. Kwoh Y.S., Hou J., Jonckheere E.A., Hayati S. A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 1988; 35 (2): 153–160. <http://doi.org/10.1109/10.1354>.
16. Fichtinger G., Burdette E.C., Tanacs A., Patriciu A., Mazilu D., Whitcomb L.L., Stoianovici D. Robotically assisted prostate brachytherapy with transrectal ultrasound guidance – phantom experiments. *Brachytherapy*. 2006; 5 (1): 14–26. <http://doi.org/10.1016/j.brachy.2005.10.003>.
17. Muntener M., Patriciu A., Petrisor D., Mazilu D., Bagga H., Kavoussi L., Cleary K., Stoianovici D. Magnetic resonance imaging compatible robotic system for fully automated brachytherapy seed placement. *Urology*. 2006; 68 (6): 1313–1317. <http://doi.org/10.1016/j.urolgy.2006.08.1089>.
18. Kettenbach J., Kronreif G. Robotic systems for percutaneous needle-guided interventions. *Minim. Invasive Ther. Allied. Technol.* 2015; 24 (1): 45–53. <http://doi.org/10.3109/13645706.2014.977299>.
19. Bale R.J., Lottersberger C., Vogeles M., Prassl A., Czermak B., Dessl A., Sweeney R.A., Waldenberger P.,



Jaschke W. A novel vacuum device for extremity immobilisation during digital angiography: preliminary clinical experiences. *Eur. Radiol.* 2002; 12: 2890–2894. <http://doi.org/10.1007/s00330-002-1492-1>.

20. Widmann G., Schullian P., Haidu M., Wiedermann F.J., Bale R. Respiratory motion control for stereotactic and robotic liver interventions. *Int. J. Med. Robot.* 2010; 6: 343–349. <http://doi.org/10.1002/rcs.343>.

Для корреспонденции*: Буровик Илья Александрович – 196211, Россия, Санкт-Петербург, ул. Типанова, 7, кв. 53. Тел.: +7-921-961-50-02. E-mail: burovick_ilya@mail.ru

Буровик Илья Александрович – канд. мед. наук, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики, научный сотрудник отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург.

Прохоров Георгий Георгиевич – доктор мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник научного отделения общей онкологии и урологии, врач-онколог хирургического отделения опухолей головы и шеи ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова” Минздрава России, директор ООО “Международный Институт криомедицины”, Санкт-Петербург.

Лушина Полина Анатольевна – врач-онколог, уролог хирургического отделения онкоурологии и общей онкологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург.

Васильев Александр Викторович – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург.

Дегтярёва Екатерина Александровна – врач-ординатор ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург.

Contact*: Ilya A. Burovik – 196211, Russia, Saint-Petersburg, Tipanova str., 7 -53. Phone: +7-921-961-50-02. E-mail: burovick_ilya@mail.ru

Ilya A. Burovik – cand. of med. sci., radiologist of Department of Radiology of FSBI “N.N. Petrov NMRC of Oncology” Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg.

Georgy G. Prohorov – doct. of med. sci., Professor, oncologist of Department of Head and neck surgical oncology of FSBI “N.N. Petrov NMRC of Oncology” Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg.

Polina A. Lushina – oncologist, urologist of Department of Oncourology and General oncology of FSBI “N.N. Petrov NMRC of Oncology” Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg.

Aleksandr V. Vasiliev – radiologist of Department of Radiology of FSBI “N.N. Petrov NMRC of Oncology” Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg.

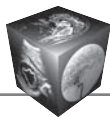
Ekaterina A. Degtiareva – resident of FSBI “N.N. Petrov NMRC of Oncology” Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg.

Поступила в редакцию 11.04.2019.

Received on 11.04.2019.

Принята к печати 13.05.2019.

Accepted for publication on 13.05.2019.



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-36-43

Изучение особенностей КТ-денситометрии в эксперименте с использованием физических фантомов

Михнин А.Е.^{1, 2}, Калинин П.С.^{1*}, Левченко Е.В.^{1, 2}, Ван Тин¹

¹ФГБУ "НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова" Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

²ГБОУ ВПО "Северо-Западный ГМУ имени И.И. Мечникова" Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Experimental Study of CT-densitometry on Physical Phantoms

Mikhnin A.E.^{1, 2}, Kalinin P.S.^{1*}, Levchenko E.V.^{1, 2}, Van Ting¹

¹N.N. Petrov National Medical Research Center, Saint-Petersburg, Russia

²North-West State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg, Russia

Цель исследования: оценка точности КТ-денситометрии как метода измерения рентгеновской плотности объекта, а также факторов, влияющих на результаты измерений.

Материал и методы. Измерены показатели рентгеновской плотности в различных зонах фантомов, содержащих питьевую воду объемом 0,5, 1,0, 1,5 и 2,0 л, а также 5 одинаковых флаконов емкостью 0,25 л с растворами йопромиды в концентрации 0, 5,2, 7,6, 10 и 20 мл/л. Для каждого фантома произведено от 5 до 10 сканов с последующим измерением рентгеновской плотности содержимого в центральной зоне, наиболее близкой к центру ротации КТ-системы, и двух зонах, расположенных к периферии от центра ротации.

Результаты. В результате анализа значений измерения рентгеновской плотности в различных отделах водосодержащих фантомов выявлено нарастание значений рентгеновской плотности вблизи центра ротации системы и в верхних отделах фантома с увеличением объема фантома. В нижней периферийной зоне в объемах 1,5 и 2,0 л рентгеновская плотность неизменна. Определено завышение значений рентгеновской плотности КТ-изображений фантомов с малыми и большими концентрациями йопромиды при совместном сканировании по сравнению с раздельным сканированием.

Выводы. КТ-денситометрия является высокоточным методом измерения рентгеновской плотности элементов изображения, однако на результаты КТ-денситометрии зоны интереса влияют рентгеновская плотность соседних структур и расположение этой зоны относительно центра ротации КТ-системы. При совместном сканировании фантомов различной плотности отмечается их взаимное влияние и появление специфических артефактов в виде темных полос на

линиях продолжения горизонтальных уровней и "подтягивание" краев этих горизонтальных уровней контраста к центру ротации системы.

Ключевые слова: КТ-денситометрия, фантомы, эксперимент.

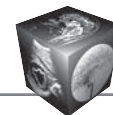
Ссылка для цитирования: Михнин А.Е., Калинин П.С., Левченко Е.В., Ван Тин. Изучение особенностей КТ-денситометрии в эксперименте с использованием физических фантомов. *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 36–43.

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-36-43.

Objective: to assess the accuracy of CT densitometry as a method for measuring the X-ray density of an object, as well as factors affecting the measurement results..

Material and methods. X-ray density indicators were measured in various zones of phantoms containing drinking water with a volume of 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0 l, as well as 5 identical vials with a capacity of 0.25 l with iopromide solutions with a concentration of 0, 5.2, 7.6, 10 and 20 ml/l. For each phantom, from 5 to 10 scans were made, followed by measuring the X-ray density of the contents in the central zone closest to the CT system center of rotation, and two zones located to the periphery from the center of rotation.

Results. As a result of analyzing the values of measuring X-ray density in various parts of water-containing phantoms, an increase in the values of X-ray density near the center of rotation of the system and in the upper sections of the phantom with an increase in the volume of phantom was revealed. In the lower peripheral zone in 1.5 and 2.0 liter phantoms, the X-ray density was unchanged. The overestimation of the X-ray density values of the CT images of phantoms with small and large concentrations of iopromide



during co-scanning compared with separate scanning was determined.

Conclusion. CT densitometry is a highly sensitive method for measuring the X-ray density of image elements, however, the X-ray density of neighboring structures and the location of this zone relative to the center of rotation of the CT system affect the CT densitometry results. During jointly scanning phantoms of various densities, their mutual influence and the appearance of specific artifacts in the form of dark stripes on the lines of continuation of horizontal levels and “pulling up” the edges of these horizontal contrast levels to the center of rotation of the system were noted.

Key words: CT densitometry, phantoms, experiment.

Recommended citation: Mikhlin A.E., Kalinin P.S., Levchenko E.V., Van Ting. Experimental Study of CT-densitometry on Physical Phantoms. *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 36–43.

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-36-43.

Введение

Рентгеновская компьютерная томография (КТ) давно стала рутинным методом обследования больных. Построение КТ-сканов основано на графическом отображении матрицы элементов изображения, каждому пикселю которой присвоено значение рентгеновской плотности в единицах Хаунсфилда [1]. Сигналы от сенсоров, пропорциональные интенсивности узкого рентгеновского пучка, прошедшего через исследуемый объект по направлениям, заданным геометрической схемой сканирования, обрабатываются и накапливаются в памяти компьютера. В результате сложной математической обработки, включающей алгоритмы восстановления и коррекции коэффициентов ослабления, формируется матрица плотностей размерностью 512×512 пикселей.

Таким образом, формирование изображения основано на физическом процессе ослабления рентгеновского излучения веществом, описываемом законом Бугера, и опосредовано сложной математической моделью, реализованной в программном обеспечении компьютерного томографа. Программное обеспечение, являющееся защищенной интеллектуальной собственностью производителя и наиболее дорогостоящей частью КТ-системы, содержит значительное количество недокументированных особенностей построения изображения, которые могут являться причинами артефактов и погрешностей [2].

Указанные обстоятельства не позволяют исчерпывающе оценить возможности КТ-денситометрии для практических целей, в частности для вычисления объема органа по его рентгеновской плотности. Попытка изучить некоторые феномены, связанные с особенностями КТ-денситометрии, например неравномерность измеряемой рентгеновской плотности, привела нас к необходимости

экспериментального исследования этого метода с использованием физических фантомов.

Цель исследования

Оценка точности КТ-денситометрии как метода измерения рентгеновской плотности объекта, а также факторов, влияющих на результаты измерений.

Материал и методы

В качестве фантомов для КТ-сканирования использовали 4 пластиковых флакона емкостью 0,5, 1,0, 1,5 и 2,0 л с питьевой водой, а также 5 одинаковых флаконов емкостью 0,25 л с растворами йопромида в концентрациях 0, 5,2, 7,6, 10 и 20 мл/л. Сканирование проводили на компьютерном томографе модели Brilliance 64 фирмы Phillips со следующими параметрами: 120 кВ, 200 мА, коллимация срезов $16 \times 1,5$ мм, питч 0,938, время оборота трубки 0,75 с, матрица изображения 512×512 . Аксиальные изображения восстанавливались с толщиной срезов 2 мм и инкрементом, равным 1 мм.

Для каждого фантома произведено от 5 до 10 сканов с указанными выше параметрами и последующим измерением рентгеновской плотности содержимого флакона в центральной зоне, наиболее близкой к центру ротации КТ-системы, и двух зонах, расположенных к периферии от центра ротации (рис. 1–4).

Результаты

Водные фантомы. КТ-сканы заполненных водой флаконов различной емкости представлены на рис. 1–4. Центр ротации системы отмечен знаком х. Хорошо заметны различия измеряемой рентгеновской плотности в центральной зоне, наиболее близкой к центру ротации КТ-системы, и зонах, расположенных к периферии от центра ротации.

Как следует из табл. 1, рентгеновская плотность изображения вблизи центра ротации системы нарастает с увеличением объема флакона (рис. 5). Аналогичный феномен наблюдается в верхней периферийной зоне (рис. 6). В нижней периферийной зоне, которая обычно и является зоной интереса при КТ, в объемах 1,5 и 2,0 л рентгеновская плотность приближается к референсной величине (0 HU).

Фантомы с контрастом. С целью изучения влияния диагностических концентраций контраста на рентгеновскую плотность нами выполнено раздельное (рис. 7) и совместное (рис. 8) КТ-сканирование 5 флаконов, содержащих возрастающие концентрации йопромида. Для каждого раз-

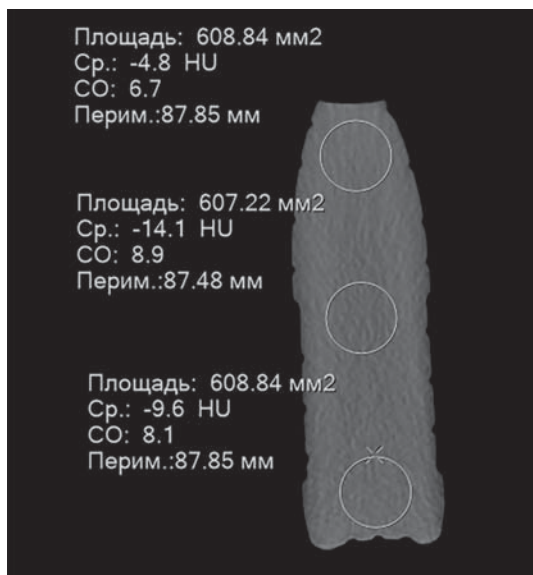


Рис. 1. КТ-скан флакона с водой (0,5 л). В центральной зоне (x – центр ротации системы) плотность составляет -9,6 HU, в средней периферической зоне -14,1 HU, в верхней периферической зоне -4,8 HU.

Fig. 1. CT scan of water bottle (0.5 l). In the Central zone (x – center of rotation of the system) the density is -9.6 HU, in the middle peripheral zone -14.1 HU, in the upper peripheral zone -4.8 HU.

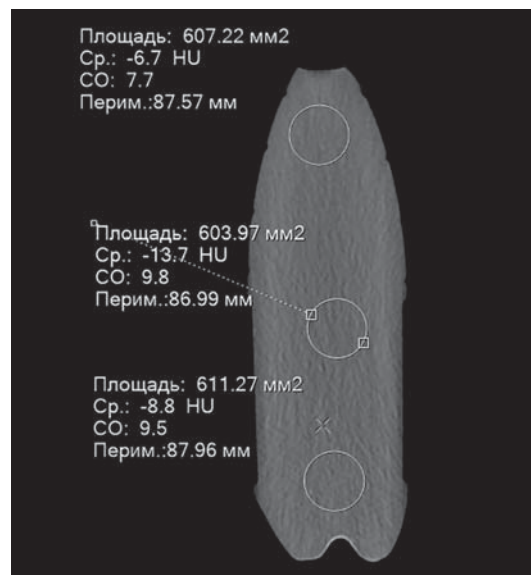


Рис. 2. КТ-скан флакона с водой (1,0 л). В центральной зоне (x – центр ротации системы) плотность составляет -8,8 HU, в средней периферической зоне -13,7 HU, в верхней периферической зоне -6,7 HU.

Fig. 2. CT scan of water bottle (1.0 l). In the Central zone (x – center of rotation of the system) the density is -8.8 HU, in the middle peripheral zone -13.7 HU, in the upper peripheral zone -6.7 HU.

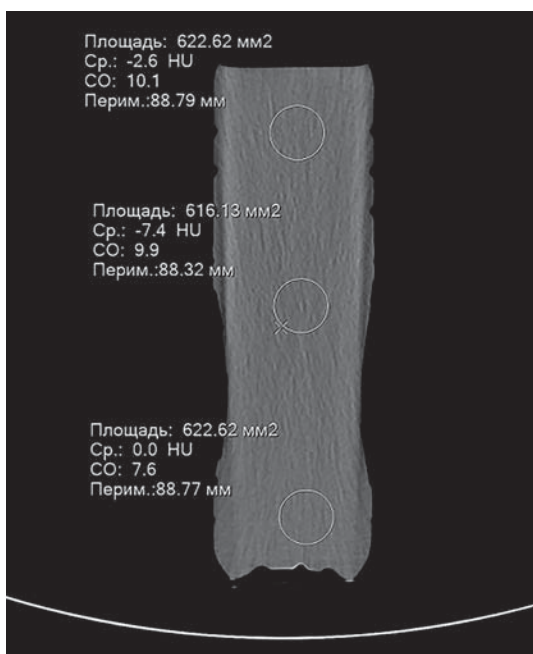


Рис. 3. КТ-скан флакона с водой (1,5 л). В центральной зоне (x – центр ротации системы) плотность составляет -7,4 HU, в верхней периферической зоне -2,6 HU, в нижней периферической зоне 0,0 HU.

Fig. 3. CT scan of water bottle (1.5 l). In the Central zone (x – center of rotation of the system) the density is -7.4 HU, in the upper peripheral zone -2.6 HU, in the lower peripheral zone 0.0 HU.

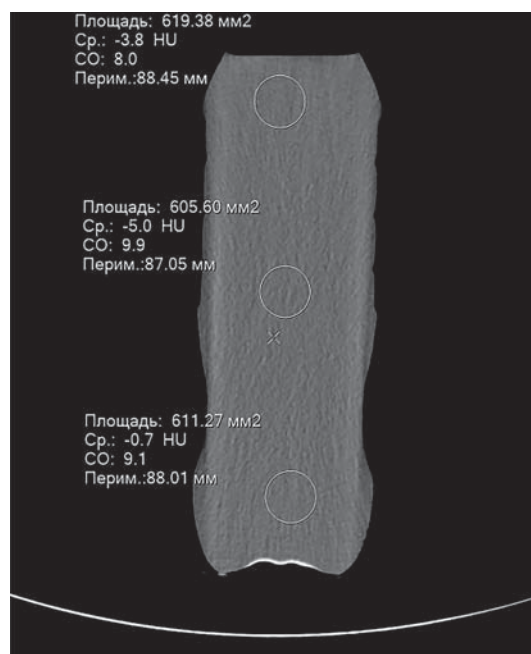


Рис. 4. КТ-скан флакона с водой (2,0 л). В центральной зоне (x – центр ротации системы) плотность составляет -5,0 HU, в верхней периферической зоне -3,8 HU, в нижней периферической зоне -0,71 HU.

Fig. 4. CT scan of water bottle (2.0 l). In the Central zone (x – center of rotation of the system) the density is -5.0 HU, in the upper peripheral zone -3.8 HU, in the lower peripheral zone -0.71 HU.

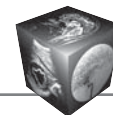


Таблица 1. Результаты измерений КТ-плотности воды в зависимости от объема фантома и расположения зоны замера по отношению к центру ротации КТ-системы

Table 1. Results of measurements of CT density of water depending on the volume of the phantom and the location of the measurement zone in relation to the center of rotation of the CT-system

Объем флакона, л	Рентгеновская плотность, HU (M ± SD)			
	центральная зона	средняя периферийная зона	верхняя периферийная зона	нижняя периферийная зона
0,5	-7,22 ± 4,11	-10,52 ± 6,12	-6,43 ± 1,34	–
1,0	-8,54 ± 1,41	-11,96 ± 1,64	-7,14 ± 1,20	–
1,5	-4,28 ± 2,99	–	-1,34 ± 1,43	-0,68 ± 1,59
2,0	-2,62 ± 4,65	–	-0,96 ± 0,72	-0,96 ± 0,72

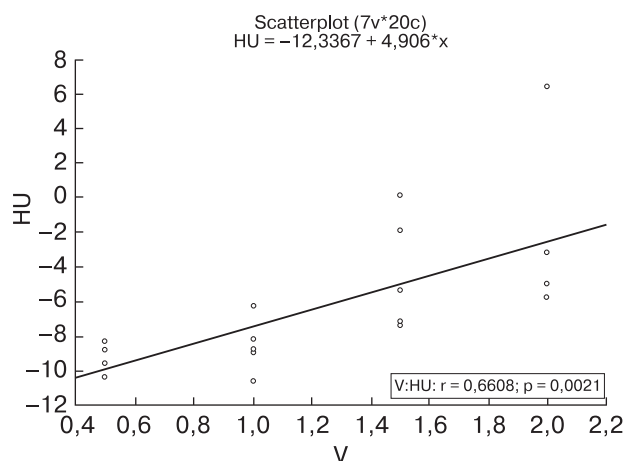


Рис. 5. Зависимость результатов измерения рентгеновской плотности воды от объема флакона вблизи центра ротации КТ-системы.

Fig. 5. The dependence of the x-ray water density measurement results on the volume of the bottle near the center of rotation of the CT system.

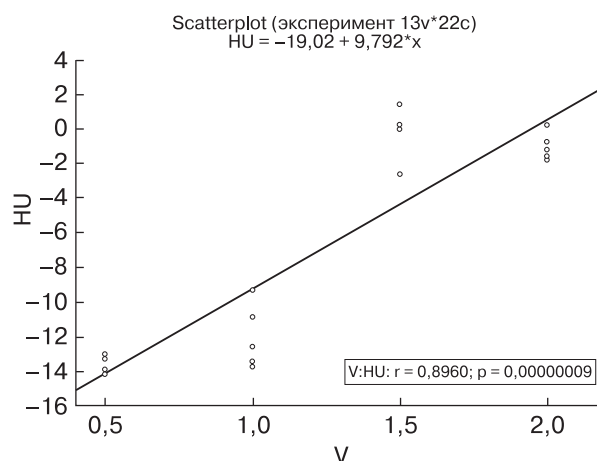


Рис. 6. Зависимость результатов измерения рентгеновской плотности воды от объема флакона для периферийной зоны.

Fig. 6. The dependence of the x-ray water density measurement results on the volume of the vial for the peripheral zone.



Рис. 7. КТ-скан фантома (флакона 0,25 л) с раствором йопромиды в 0,9% растворе хлорида натрия при раздельном сканировании.

Fig. 7. CT-scan of a phantom (bottle 0,25 l) with a solution of iopromide in 0.9% sodium chloride in a separate scan.

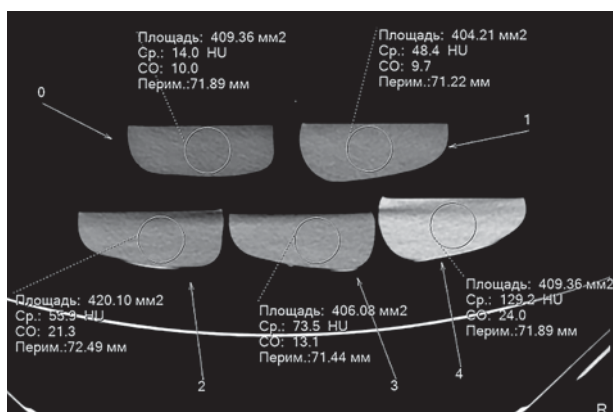


Рис. 8. КТ-скан фантомов с возрастающим содержанием йопромиды при совместном сканировании. Нумерация флаконов (0–4) соответствует концентрациям, приведенным в табл. 2 и 3.

Fig. 8. CT-scan of the phantoms with increasing content of iopromide the joint scan. The numbering of the bottles (0–4) corresponds to the concentrations shown in table 2 and 3.



Таблица 2. Результаты измерения рентгеновской плотности растворов йопромиды (HU) при раздельном сканировании фантомов

Table 2. The results of measuring the x-ray density of iopromide (HU) solutions with separate scanning of phantoms

КТ-сканы	Номер фантома и концентрация йопромиды, мл/л				
	(0) 0	(1) 5,2	(2) 7,6	(3) 10	(4) 20
1	9	47,8	59,9	84,2	140,6
2	7,2	46,4	51,8	83,4	142,3
3	8,4	49,4	51,6	82,7	141,4
4	9,5	50,3	57,5	82,4	140,4
5	9,4	46,8	61,8	82,6	142,7
Среднее, HU	8,70	48,14	56,52	83,04	141,48
Стандартное отклонение	0,94	1,67	4,65	0,70	1,01

ведения выполнено от 5 до 10 измерений на последовательных сканах. Результаты представлены в табл. 2, 3.

Как видно из табл. 2 и 3, стандартное отклонение результатов измерения рентгеновской плотности раствора при нулевой концентрации не превышает 1 HU, т.е. 6,2 –10,1%, при концентрации йопромиды 20 мл/л –3 HU (2,3–7,1%). Также следует отметить, что плотность физиологического раствора, измеренная при совместном сканировании 15,68 ± 0,91 HU, была почти вдвое выше, чем при раздельном, 8,70 ± 0,94 HU.

Напротив, средняя плотность раствора контраста 20 мл/л при совместном сканировании равнялась 129,84 ± 3,04 HU, тогда как при раздельном сканировании составляла 141,48 ± 1,01 HU.

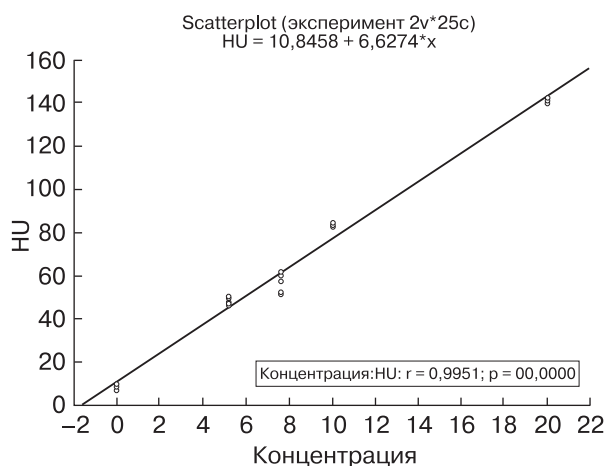


Рис. 9. Зависимость рентгеновской плотности изображения (HU) от концентрации йопромиды (мл/л) при раздельном сканировании фантомов.

Fig. 9. Dependence of the X-ray density of the image (HU) on the iopromide concentration (ml/l) with the separate scanning of phantoms.

Таблица 3. Результаты измерения рентгеновской плотности растворов йопромиды (HU) при совместном сканировании фантомов

Table 3. The results of measuring the x-ray density of iopromide (HU) solutions with co-scanning phantoms

КТ-сканы	Номер фантома и концентрация йопромиды, мл/л				
	(0) 0	(1) 5,2	(2) 7,6	(3) 10	(4) 20
1	14	48,4	55,9	73,5	129,2
2	14,4	48,9	54,8	69,9	129,4
3	15,3	48,2	52,5	69,5	125,8
4	15,6	48,4	56,2	72	128,5
5	17,1	49,4	55,5	72,3	129,5
6	16,3	48,6	54,9	74,1	129,2
7	16,8	48,9	57,9	74,6	131,4
8	15,8	49,5	55,3	74,9	127,9
9	15,9	49,8	58,8	74,7	129,5
10	15,6	50,9	65,3	76	138
Среднее, HU	15,68	49,1	56,71	73,15	129,84
Стандартное отклонение	0,91	0,78	3,29	2,06	3,03

В графическом представлении на рис. 9 при раздельном сканировании видна линейная зависимость, описываемая уравнением регрессии $HU = 10,85 + 6,627 \cdot C$ ($r = 0,996$; $p < 0,00001$). График зависимости плотности от концентрации при совместном сканировании (рис.10) имеет меньший угол наклона и описывается уравнением регрессии $HU = 16,41 + 5,663 \cdot C$ ($r = 0,997$; $p < 0,00001$).

Сопоставление результатов отдельного и совместного КТ-сканирования фантомов приведено

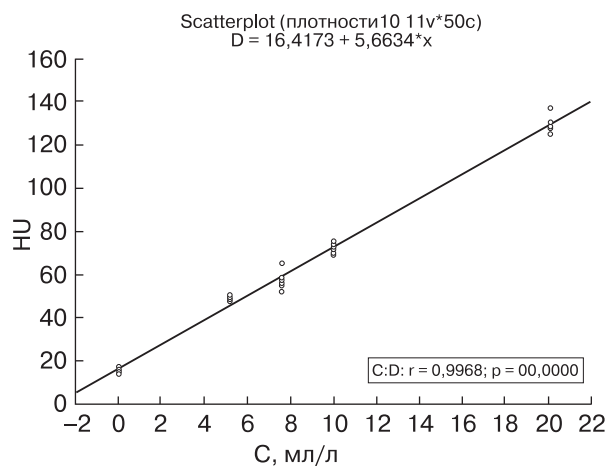


Рис. 10. Зависимость рентгеновской плотности изображения (HU) от концентрации йопромиды (мл/л) при совместном сканировании фантомов.

Fig. 10. Dependence of the X-ray density of the image (HU) on the concentration of iopromide (ml/l) during the co-scanning of phantoms.

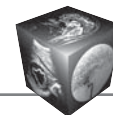


Таблица 4. Сопоставление рентгеновской плотности фантомов, измеренной при раздельном и совместном КТ-сканировании

Table 4. Comparison of x-ray density of phantoms measured with separate and joint CT scan

Вид исследования	Параметр	Концентрация йопромида, мл/л				
		0	5,2	7,6	10	20
Раздельное КТ-сканирование	Среднее, HU	10,05	48,14	56,52	83,04	141,48
	Стандартное отклонение	2,08	1,67	4,65	0,70	1,01
Совместное КТ-сканирование	Среднее, HU	15,68	49,1	56,71	73,15	129,84
	Стандартное отклонение	0,91	0,78	3,29	2,06	3,03
	Разница средних значений	-5,63	-0,96	-0,19	+9,89	+11,64

в табл. 4, из которой следует, что рентгеновская плотность КТ-изображений фантомов с малыми концентрациями йопромида (<10 мл/л) при совместном сканировании оказывается завышенной по сравнению с раздельным сканированием: при отсутствии контраста на 5,6 HU, при концентрации контраста 5,2 мл/л на 0,96 HU. При более высоких концентрациях контраста плотность растворов оказывается заниженной на 9,9 HU при 10 мл/л и на 11,6 HU при 20 мл/л.

Артефакты

На всех сканах хорошо прослеживается неоднородность плотности фантомов, которая обусловлена в первую очередь собственными шумами сенсоров (более заметно на изображениях с малой плотностью), а также вычислительными шумами (ошибками вычислений) при построении матриц плотностей.

Кроме того, как можно видеть на рис. 11, имеются артефакты в виде темных полос на линиях продолжения горизонтальных уровней содержимого флаконов. Еще одним интересным артефактом является “подтягивание” краев горизонтальных уровней контраста к центру ротации системы.

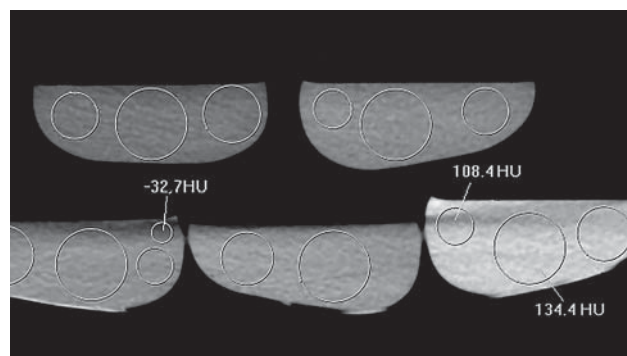


Рис. 11. Неоднородность плотности и артефакты на совместном скане фантомов с различными концентрациями контраста.

Fig. 11. Density heterogeneity and artifacts on a joint scan of phantoms with different concentrations of contrast.

темы, хорошо заметное на рис. 11 и превышающее величину естественного мениска.

Обсуждение

Рентгеновская плотность в единицах Хаунсфилда (HU) связана с линейными коэффициентами ослабления следующим соотношением:

$$HU = \frac{\mu_x - \mu_{wat}}{\mu_{wat} - \mu_{air}} \cdot 10^3, \quad (1)$$

μ_x – линейный коэффициент ослабления исследуемой ткани (вещества);

μ_{wat} – линейный коэффициент ослабления воды;

μ_{air} – линейный коэффициент ослабления воздуха.

Из формулы (1) следует, что разница рентгеновских плотностей тканей, выраженная в единицах Хаунсфилда (HU), должна быть прямо пропорциональна разнице линейных коэффициентов ослабления:

$$\Delta HU = HU_1 - HU_2 = \frac{\mu_{x1} - \mu_{x2}}{\mu_{wat} - \mu_{air}} \cdot 10^3.$$

При энергии излучения 0,1 МэВ линейные коэффициенты ослабления составляют для воды $\mu_{wat} = 0,531 \text{ см}^{-1}$, для воздуха $\mu_{air} = 0,658 \text{ см}^{-1}$ и $\mu_{wat} - \mu_{air} = -0,127$ [3].

$$\Delta HU = \frac{\mu_{x1} - \mu_{x2}}{-0,127} = -7,874 \cdot 10^3 \Delta \mu_x \quad \text{или}$$

$$\Delta \mu_x = -1,270 \cdot 10^{-4} \Delta HU$$

Геометрические аспекты. Рассмотрим геометрическую схему прохождения узкого рентгеновского пучка при КТ-сканировании контрастного прямоугольного объекта, изображенную на рис.12. Наши рассуждения будут справедливы и при использовании коллимированного веерного пучка в современных многосенсорных системах. В этом случае центральный луч веерного пучка проходит через ось ротации КТ-системы. Траектория перемещения рентгеновской трубки и сенсоров выглядит в виде окружности с центром ротации O.

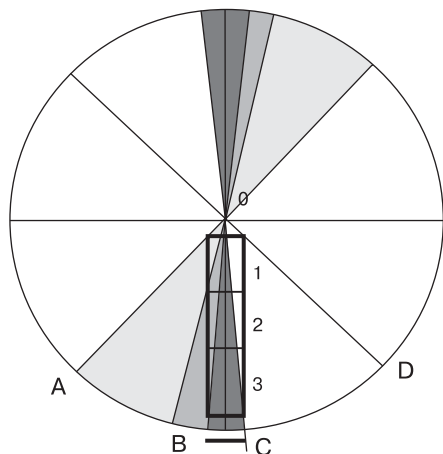


Рис. 12. Геометрическая схема КТ-сканирования прямоугольного объекта.

Fig. 12. Geometrical scheme of CT scan of a rectangular object.

При ротации трубки на 360° узкий пучок рентгеновского излучения проходит через исследуемый объект дважды: при расположении излучателя над объектом и при расположении излучателя под объектом в пределах угла AOD. Лучи, идущие за пределами этого угла, через объект не проходят.

В первом случае при построении изображения нижней зоны объекта (зона 3) на сенсоры поступает только излучение, прошедшее через зоны объекта 1 и 2. Во втором случае рентгеновский пучок проходит сначала через зону 3 и далее через зоны 2 и 1. Таким образом, в обоих случаях в построении изображения участвует пучок, прошедший ослабление по всей высоте объекта в пределах угла, обозначенного красным цветом.

При построении изображения объекта в зоне 1 участвует рентгеновский пучок из более широкого угла, не всегда проходящий через зоны 2 и 3 (в пределах углов, обозначенных желтым и зеленым цветом).

Если принять во внимание полихроматический спектр излучения трубки, а также тот факт, что более длинноволновая часть спектра испытывает большее ослабление, можно предположить, что энергия пучка, зафиксированная сенсорами, для зоны 1 будет выше, чем для зоны 3. Из этого следует, что плотность изображения в зоне 1 также будет ниже, чем в зоне 3. Различия плотности зон 1, 2 и 3 будут возрастать с повышением рентгеновской контрастности объекта. В случае, если объект имеет меньшее ослабление, чем окружающая среда, может наблюдаться обратное явление: возрастание измеряемой плотности от периферии к центру ротации системы.

Таким образом, различия измеряемой плотности зон изображения от центра ротации системы к периферии вполне могут быть обусловлены изложенными особенностями построения изображения при сканировании. К сожалению, мы не располагаем какой-либо информацией относительно программной коррекции плотности КТ-изображений.

Выводы

1. КТ-денситометрия является высокочувствительным методом измерения рентгеновской плотности элементов изображения, позволяющим различать плотности тканей в пределах нескольких единиц HU.

2. Относительная погрешность измерения рентгеновской плотности элементов изображения в диапазоне (окне сканирования) 0–150 HU при энергии пучка 0,12 МэВ не превышает 6%.

3. В нижней периферийной зоне, которая обычно и является зоной интереса при КТ, в сканируемых объемах 1,5 и 2,0 л измеренная рентгеновская плотность воды приближается к референсной величине (0 HU).

4. На результат КТ-денситометрии зоны интереса влияют рентгеновская плотность соседних структур и расположение этой зоны относительно центра ротации КТ-системы.

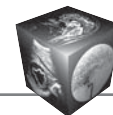
5. При совместном сканировании фантомов различной плотности отмечается их взаимное влияние и появление специфических артефактов в виде темных полос на линиях продолжения горизонтальных уровней и “подтягивание” краев этих горизонтальных уровней контраста к центру ротации системы.

Список литературы

1. Компьютерная томография: Базовое руководство. 3-е изд., перераб. и доп; Под. ред. М. Хофер. М.: Медицинская литература, 2011. 232 с.
2. Современные виды томографии: Учебное пособие; Под. ред. М.Я. Марусиной и А.О. Казначеевой. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006. 132 с.
3. ГОСТ 20426–82. Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Переиздание, 1991 г.

References

1. Computer tomography: A basic guide. 3rd edition revised and supplemented; Ed. M. Hofer. M.: Med.lit., 2011. 232 p. (In Russian)
2. Modern types of tomography: Textbook; Eds M.Ya. Marusina and A.O. Kaznacheeva. SPb.: SPbGU ITMO, 2006. 132 p. (In Russian)
3. GOST 2046–82. Non-destructive testing. Methods of defectoscopy, radiation. Reissue, 1991. (In Russian)



Для корреспонденции*: Калинин Петр Сергеевич – 197758, п. Песочный, Ленинградская область, Ленинградская ул., д. 68. ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”. E-mail: 1_11_1988@mail.ru

Михнин Александр Евгеньевич – доктор мед. наук, ведущий научный сотрудник научного отделения торакальной онкологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Калинин Петр Сергеевич – канд. мед. наук, научный сотрудник, врач-рентгенологотделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Левченко Евгений Владимирович – доктор мед. наук, заведующий научным отделением торакальной онкологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Ван Тин – аспирант научного отделения торакальной онкологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Contact*: Petr S. Kalinin – 68 Leningradsкая str., Pesochny, 197758, St. Petersburg, Russian Federation. Department of Radiology, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology. E-mail: 1_11_1988@mail.ru

Aleksandr E. Mihnin – doct. of med. sci., leading researcher at the Department of Thoracic Oncology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Petr S. Kalinin – cand. of med. sci., radiologist at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Evgenij V. Levchenko – doct. of med. sci., Head of the Department of Thoracic Oncology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

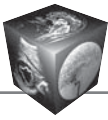
Wang Ting – research fellow, Department of Thoracic Oncology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Поступила в редакцию 11.04.2019.

Received on 11.04.2019.

Принята к печати 13.05.2019.

Accepted for publication on 13.05.2019.



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-44-48

Легочный гистиоцитоз из клеток Лангерганса, симулирующий метастазы в легкие гигантоклеточной остеобластической саркомы (клиническое наблюдение)

Калинин П.С.*, Кушнарев В.А., Балкаров А.Х., Артемьева А.С.

ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова", Санкт-Петербург, Россия

A case of pulmonary langerhans' cell histiocytosis mimicking osteosarcoma pulmonary metastases (clinical case)

Kalinin P.S. *, Kushnarev V.A., Balkarov A.H., Artemyeva A.S.

National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Petrov, St. Petersburg, Russia

Гистиоцитоз из клеток Лангерганса – клональный неопластический процесс, характеризующийся пролиферацией клеток по типу Лангерганса, с экспрессией белков CD1a, CD207 и S100 и наличием гранул Бирбека.

В статье представлено клиническое наблюдение 31-летней женщины с верифицированной остеосаркомой проксимального эпиметафиза левой большеберцовой кости, на фоне которой были выявлены множественные тонкостенные кисты и очаги в легких. Наблюдение интересно редкостью сочетания остеосаркомы кости и легочного гистиоцитоза, а также сложностью, но возможностью дифференциальной диагностики метастатического поражения легких и поражения легких при гистиоцитозе из клеток Лангерганса по данным компьютерной томографии и патоморфологического исследования.

Ключевые слова: легочный гистиоцитоз, очаги в легких, компьютерная томография.

Ссылка для цитирования: Калинин П.С., Кушнарев В.А., Балкаров А.Х., Артемьева А.С. Легочный гистиоцитоз из клеток Лангерганса, симулирующий метастазы в легкие гигантоклеточной остеобластической саркомы (клиническое наблюдение). *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 44–48.
DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-44-48.

Langerhans cell histiocytosis is a clonal neoplastic process characterized by cell proliferation of the Langerhans type, with the expression of CD1a, CD207 and S100 proteins and the presence of Birbeck granules.

We present a case of a 31-year-old woman with a verified osteosarcoma of the proximal epimetaphysis of the left tibia. Also she has multiple thin-walled cysts and foci in the lungs. The case is interesting for the rare combination of osteosarcoma of the bone and pulmonary histiocytosis. This case shows that foci in lungs can simulate metastatic disease according to computed tomography (CT). Multidisciplinary approach of pathologist, oncologist and radiologist help revealed diagnosis.

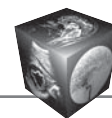
Key words: Langerhans' Cell Histiocytosis, Pulmonary Metastases, CT.

Recommended citation: Kalinin P.S., Kushnarev V.A., Balkarov A.H., Artemyeva A.S. A case of pulmonary langerhans' cell histiocytosis mimicking osteosarcoma pulmonary metastases (clinical case). *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 44–48.

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-44-48.

Введение

Гистиоцитоз из клеток Лангерганса – это редкое (орфанное) пролиферативное заболевание, характеризующееся моноклональной пролиферацией и инфильтрацией органов клетками по типу Лангерганса [1]. Несколько органов или систем могут быть вовлечены в процесс одновременно, включая легкие, кости, кожу, лимфатические узлы, щитовидную железу. Множественные системные поражения как проявления этого заболевания



известны под разными названиями: болезнь Абта–Леттерера–Сиве, болезнь Хенда–Шюллера–Крисчена, эозинофильная гранулема, болезнь Хашимото–Прицкера [2]. Термин “легочный гистиоцитоз (ЛГ) Лангерганса” был впервые описан Фаринацци в 1951 г. [3]. Однако в настоящее время Международным сообществом по изучению гистиоцитоза было дано определение ЛГ, под которым подразумевают изолированное или преимущественное поражение ткани легкого с вовлечением других систем органов [4].

Компьютерная томография (КТ) является основным методом лучевой диагностики ЛГ и уже на раннем этапе течения болезни позволяет выявить основные проявления этого заболевания: мелкие, диффузно расположенные очаги, представляющие собой гистиоцитарные гранулемы, а также мелкокистозную перестройку легочной паренхимы.

Возникновение ЛГ у онкобольных является редкой клинической ситуацией. В литературе имеются единичные сообщения о подобных одновременных течениях ЛГ и злокачественной опухоли [5, 6].

С целью демонстрации возможностей КТ в дифференциальной диагностике приводится клиническое наблюдение одновременного течения остеосаркомы левой большеберцовой кости и ЛГ у одного пациента.

Клиническое наблюдение

Пациентка Г., 31 год, впервые почувствовала боли в левом коленном суставе в 2015 г.; к декабрю 2017 г. боли усилились, принимаемые обезболивающие препараты перестали оказывать эффект, что послужило причиной обращения к врачу, проведение консервативной терапии по поводу предполагаемого разрыва мениска. В апреле 2018 г. выполнена КТ и магнитно-резонансная томографии (МРТ) левого коленного сустава, по результатам которых в проксимальном эпиметафизе левой большеберцовой кости выявлен очаг деструкции размерами 35 × 30 × 32 мм, интерпретированный как остеобластома.

В апреле 2018 г. по месту жительства были выполнены внутрикостная резекция, удаление патологического очага, артропластика и реконструкция коленного сустава костным цементом; патоморфологическое заключение: “остеосаркома, богатая гигантскими клетками”.

После оперативного лечения в мае 2018 г. при выполнении КТ груди по месту жительства в легких были выявлены множественные очаги и воздушные полости, которые были трактованы как метастатическое поражение. Пациентка направлена в НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова для дообследования и лечения.

При контрольной КТ груди с внутривенным контрастированием в легких были выявлены множественные центрилобулярные очаги (некоторые из них с воздушны-

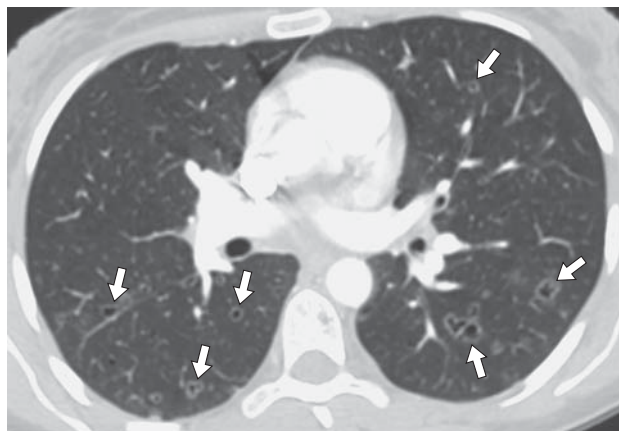


Рис. 1. Аксиальный срез КТ груди с внутривенным контрастированием на уровне промежуточного бронха. В легких выявляются множественные тонкостенные кисты (стрелки), обызвествления в их структуре отсутствуют.

Fig. 1. Axial CT scan of breast with intravenous contrast at the level of the intermediate bronchus. In the lungs, multiple thin-walled cysts (arrows) are detected, there are no calcifications in their structure.

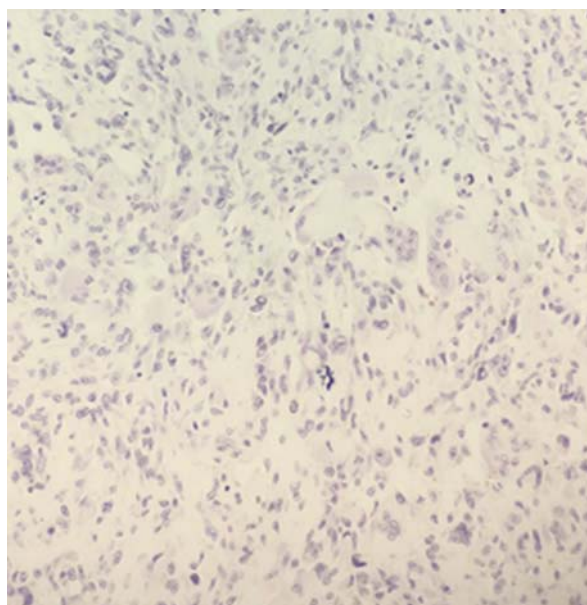


Рис. 2. Остеосаркома, богатая гигантскими клетками. Окраска гематоксилин-эозином ×40.

Fig. 2. Osteosarcoma, rich in giant cells. Coloring hematoxylin-eosin. ×40.

ми полостями в структуре) и тонко- и толстостенные кисты без обызвествлений в структуре (рис. 1). Изменения преимущественно локализовались в верхних и средних отделах легких, область реберно-диафрагмальных углов не была вовлечена в патологический процесс. Было высказано мнение о том, что изменения в легких не соответствуют метастатическому пораже-

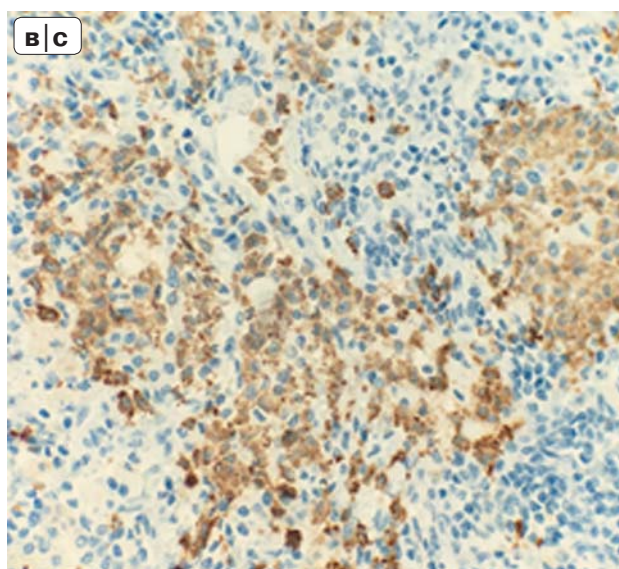
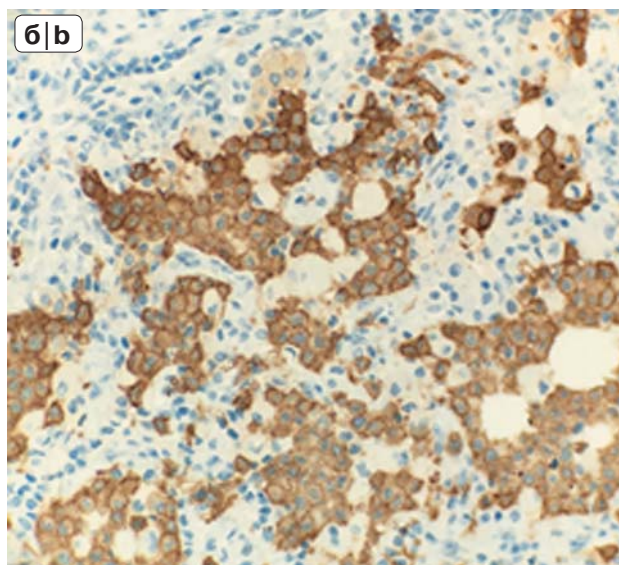
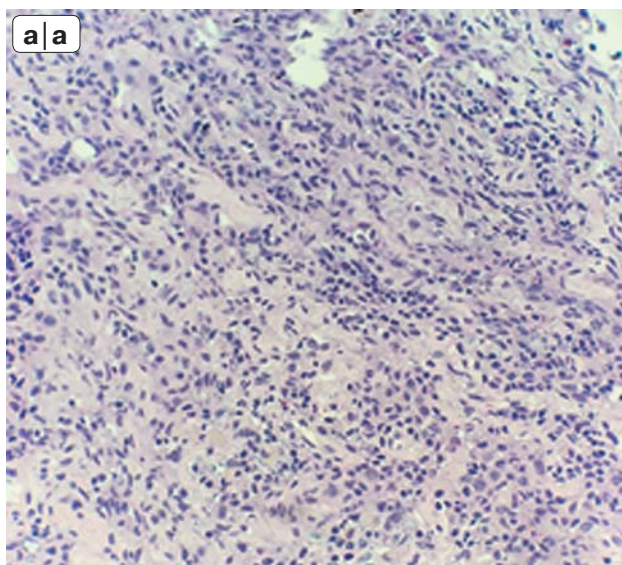
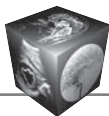


Рис. 3. а – гистиоцитоз из клеток Лангерганса. Окраска гематоксилин-эозином. $\times 10$; б – гистиоцитоз из клеток Лангерганса. Иммуногистохимическая окраска CD207. Позитивна в клетках Лангерганса. $\times 10$; в – гистиоцитоз из клеток Лангерганса. Иммуногистохимическая окраска CD1a. Позитивна в клетках Лангерганса. $\times 10$.

Fig. 3. а – Histiocytosis from Langerhans cells. Coloring hematoxylin-eosin. $\times 10$; б – Histiocytosis from Langerhans cells. Immunohistochemical color CD207. Positive in the cells of Langerhans. $\times 10$; в – Histiocytosis from Langerhans cells. Immunohistochemical color CD1a. Positive in the cells of Langerhans. $\times 10$.

нию легких при остеосаркоме, КТ-картина наиболее вероятно соответствует поражению легких при гистиоцитозе или лимфангиолейомиоматозе (ЛЛМ).

В июле 2018 г. выполнена краевая резекция верхней доли с последующим гистологическим исследованием препарата. Гистологическое заключение: множественные узелки с инфильтрацией эозинофилами, лимфоцитами и клетками Лангерганса, морфологически отличные от первичного очага остеосаркомы (рис. 2) в большеберцовой кости. Иммуногистохимическая природа клеток Лангерганса была подтверждена с помощью антител к белкам CD207, CD1a и S100 (рис. 3).

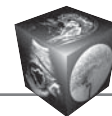
Обсуждение

Это наблюдение иллюстрирует одновременное течение таких заболеваний, как остеосаркома и ЛГ у молодой женщины. По данным литературы, 95%

больных ЛГ являются потребителями табачных изделий, при соотношении мужского и женского пола 1,5 : 1 [1]. Наша пациентка не имела стажа курения и других интоксикаций.

ЛГ часто сочетается с характерными морфологическими изменениями легочной паренхимы по типу интерстициальной пневмонии, эмфиземы [7]. Однако в нашем случае у пациентки нет характерных морфологических изменений легочной паренхимы.

Ключевым моментом являлось то, что при КТ груди было установлено центрилобулярное расположение очагов в легких и отсутствие в них обызвествлений. Однако для метастатического поражения легких при остеосаркоме характерен хаотичный тип расположения очагов в легких и наличие в них обызвествлений [6].



Наибольшая сложность возникает в дифференциальной диагностике ЛГ и ЛЛМ, что объясняется общностью патогенеза. И в том и в другом случае наблюдается пролиферация патологических клеток в интерстициальной ткани легких, бронхах, бронхиолах, альвеолярных ходах, в артериолах, венулах и лимфатических сосудах с той лишь разницей, что при ЛГ наблюдается пролиферация атипичных гистиоцитов, а при ЛЛМ – атипичных гладкомышечных клеток, что объясняет схожесть КТ-картины в виде кистозно-буллезной перестройки легочной ткани и не позволяет проводить дифференциальную диагностику, основываясь только на данных КТ [8]. В то же время наличие в паренхиме легких тонко- и толстостенных кист, центрилобулярных очагов явилось дифференциально-диагностическим критерием, свидетельствующим о развитии у пациентки именно ЛГ, так как для ЛЛМ характерно наличие тонкостенных кист, отсутствие центрилобулярных очагов [9].

Таким образом, именно отсутствие типичной КТ-картины метастатического поражения легких при остеосаркоме послужило основанием для выполнения морфологической верификации и установления правильного диагноза.

Заключение

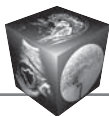
КТ груди является неотъемлемой частью оценки распространенности опухолевого процесса. Знание о семиотике метастатического поражения легких и вероятности развития патологических процессов в легких является ключом к постановке верного диагноза.

Список литературы

1. Vassallo R., Ryu J., Schroeder D., Decker, P., Limper A. Clinical Outcomes of Pulmonary Langerhans'-Cell Histiocytosis in Adults. *New Engl. J. Med.* 2002; 346 (7): 484–490. <http://doi.org/10.1056/nejmoa012087>.
2. Lichtenstein L. Histiocytosis X: integration of eosinophilic granuloma of bone "Letter-Siwe disease" and "Schuller-Christian disease" as related manifestations of a single nosologic entity. *AMA Arch. Pathol.* 1953; 56: 84–102. PMID: 13057466.
3. Farinacci C.J., Jeffrey H.C., Lackey R.W. Eosinophilic granuloma of the lung: report of two cases. *US Armed Forces Med. J.* 1951; 2:1085–1093.
4. Favara B.E., Feller A.C., Pauli M. et al. Contemporary classification of histiocytic disorders. *Med. Pediatr. Oncol.* 1997; 29: 157–166. PMID: 9212839.
5. Chon S., Kyung S.Y., Lee S.P. et al. A case of pulmonary langerhans' cell histiocytosis mimicking hematogenous pulmonary metastases. *Korean J. Internal. Med.* 2009; 24 (4): 393–396.
6. Tirilomis T., Zenker D., Mirzaie M. et al. Pulmonary Langerhans' cell histiocytosis (histiocytosis X) following metastasizing malignant melanoma. *Swiss Med. Weekly.* 2002; 132: 285–287.
7. Roden A.C., Yi E.S. Pulmonary Langerhans Cell Histiocytosis: An Update From the Pathologists' Perspective. *Arch. Pathol. Laboratory Med.* 2016; 140 (3): 230–240. <http://doi.org/10.5858/arpa.2015-0246-ra>.
8. Амосов В.В. Ранняя лучевая диагностика и мониторинг больных гистиоцитозом легких: Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2017. 134 с.
9. Редкие заболевания легких: диагностика и лечение; Под. ред. А.В. Аверьянова. М.: Медицинское информационное агентство, 2016. 247 с.

References

1. Vassallo R., Ryu J., Schroeder D., Decker, P., Limper A. Clinical Outcomes of Pulmonary Langerhans'-Cell Histiocytosis in Adults. *New Engl. J. Med.* 2002; 346 (7): 484–490. <http://doi.org/10.1056/nejmoa012087>.
2. Lichtenstein L., Histiocytosis X: integration of eosinophilic granuloma of bone "Letter-Siwe disease" and "Schuller-Christian disease" as related manifestations of a single nosologic entity. *AMA Arch. Pathol.* 1953; 56: 84–102. PMID: 13057466.
3. Farinacci C.J., Jeffrey H.C., Lackey R.W. Eosinophilic granuloma of the lung: report of two cases. *US Armed Forces Med. J.* 1951; 2:1085–1093.
4. Favara B.E., Feller A.C., Pauli M. et al. Contemporary classification of histiocytic disorders. *Med. Pediatr. Oncol.* 1997; 29: 157–166. PMID: 9212839.
5. Chon S., Kyung S.Y., Lee S.P. et al. A case of pulmonary langerhans' cell histiocytosis mimicking hematogenous pulmonary metastases. *Korean J. Internal. Med.* 2009; 24 (4): 393–396.
6. Tirilomis T., Zenker D., Mirzaie M. et al. Pulmonary Langerhans' cell histiocytosis (histiocytosis X) following metastasizing malignant melanoma. *Swiss Med. Weekly.* 2002; 132: 285–287.
7. Roden A.C., Yi E.S. Pulmonary Langerhans Cell Histiocytosis: An Update From the Pathologists' Perspective. *Arch. Pathol. Laboratory Med.* 2016; 140 (3): 230–240. <http://doi.org/10.5858/arpa.2015-0246-ra>.
8. Amosov V.V. Early radiation diagnostics and monitoring of patients with pulmonary histiocytosis: Dis. ... cand. med. sci. SPb., 2017. 134 p. (In Russian)
9. Rare lung diseases: Diagnosis and Treatment; Ed. A.V. Averjanov. M.: Medicinskoe informacionnoe agentstvo, 2016. 247 p. (In Russian)



Для корреспонденции*: Калинин Петр Сергеевич – 197758, п. Песочный, Ленинградская область, Ленинградская ул., д. 68. ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”. E-mail: 1_11_1988@mail.ru

Калинин Петр Сергеевич – канд. мед. наук, научный сотрудник, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Кушнарев Владимир Андреевич – аспирант научной лаборатории морфологии опухолей, врач-патологоанатом патологоанатомического отделения с прозектурой ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Балкаров Алим Хасанбиевич – клинический рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Артемьева Анна Сергеевна – канд. мед. наук, заведующая научной лабораторией морфологии опухолей, заведующая патологоанатомическим отделением с прозектурой ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Contact*: Petr S. Kalinin – 68 Leningradskaya str., Pesochny, 197758, St. Petersburg, Russian Federation. Department of Radiology, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology. E-mail: 1_11_1988@mail.ru

Petr S. Kalinin – cand. of med. sci., radiologist at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Vladimir A. Kushnarev – research fellow, laboratory of tumor morphology, pathologist at the department of pathology, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Alim Kh. Balkarov – resident at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

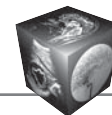
Anna S. Artemyeva – cand. of med. sci., Head of laboratory of tumor morphology, pathologist at the department of pathology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Поступила в редакцию 10.04.2019.

Received on 10.04.2019.

Принята к печати 13.05.2019.

Accepted for publication on 13.05.2019.



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-49-61

Новые технологии при выявлении рака молочной железы – контрастная двухэнергетическая спектральная маммография

Чёрная А.В.^{1*}, Новиков С.Н.¹, Криворотко П.В.^{1, 2}, Ульянова Р.Х.¹, Данилов В.В.¹

¹ ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

² ГБОУ ВПО «Северо-Западный ГМУ имени И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

New technologies in breast cancer detection – contrast enhanced dual-energy spectral mammography

Chernaya A.V.^{1*}, Novikov S.N.¹, Krivorotko P.V.^{1, 2}, Ulyanova R.Kh.¹, Danilov V.V.¹

¹ N.N. Petrov National Medical Research Oncology Center, Ministry of Health of Russia, Saint Petersburg, Russia

² I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Ministry of Health of Russia, Saint Petersburg, Russia

Цель исследования: изучение возможностей контрастной двухэнергетической спектральной маммографии (Contrast Enhanced Spectral Mammography – CESM) в диагностике злокачественных образований молочной железы.

Материал и методы. 47 пациенткам с подозрением на рак молочной железы (РМЖ) выполнена CESM. Для оценки эффективности результаты цифровой маммографии (ММГ) и комплекса ММГ+ CESM были сопоставлены с результатами патоморфологического исследования, выполненного после оперативного вмешательства или пункционной биопсии.

Результаты. Чувствительность, специфичность и общая точность цифровой ММГ в диагностике РМЖ составили 83,3, 85,7, 85,1% соответственно. Если данные ММГ были дополнены CESM, то показатели увеличились до 91,6, 91,4, 91,4% соответственно. При этом прогностическая точность положительных результатов цифровой ММГ соответствует 66,6%, а при дополнении CESM – 78,5%. Более того, прогностическая точность отрицательных результатов при ММГ с CESM достигает 96,9% и превышает данные цифровой ММГ – 93,7%.

Заключение. CESM является эффективной методикой, повышающей возможности традиционной ММГ в диагностике злокачественных образований в молочной железе.

Ключевые слова: рак молочной железы, контрастная двухэнергетическая спектральная маммография, цифровая маммография, доброкачественные образования.

Ссылка для цитирования: Чёрная А.В., Новиков С.Н., Криворотко П.В., Ульянова Р.Х., Данилов В.В. Новые технологии при выявлении рака молочной железы – контрастная двухэнергетическая спектральная маммография. *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 49–61. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-49-61.

Purpose: to study the possibilities of contrast enhanced dual-energy spectral mammography (CESM) in the diagnostics of malignant tumors in the breast.

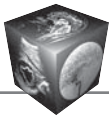
Material and methods. Forty-seven patients with suspicious for breast cancer (BC) lesions underwent CESM. Digital mammography (MMG) and post-contrast images were correlated with the results of path morphological studies after surgery or puncture biopsy was performed.

Results. Sensitivity, specificity and overall accuracy in the diagnostics of breast cancer were 83.3%, 85.7%, 85.1% for digital mammography and 91.6%, 91.4%, 91.4% for CESM, respectively. The positive predictive value was 66.6% for digital MMG and 78.5% for CESM. The negative predictive value (NPV) was 96.9% for the CESM and exceeded NPV of the digital MMG, which was 93.7%.

Conclusion. Thus, these findings suggest that CESM is an effective method for the diagnostics of malignant tumors in the breast.

Key words: breast cancer, dual-energy contrast enhanced spectral mammography, digital mammography, benign tumors.

Recommended citation: Chernaya A.V., Novikov S.N., Krivorotko P.V., Ulyanova R.Kh., Danilov V.V. New



technologies in breast cancer detection – contrast enhanced dual-energy spectral mammography. *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 49–61.
DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-49-61.

Введение

Рак молочной железы (РМЖ) по данным общемировой статистики онкологических заболеваний по-прежнему является одной из ведущих проблем в онкологии. Ежегодно около 25 тыс пациенток погибают от опухоли молочной железы (МЖ). Одной трети этих потерь можно было бы избежать при ранней диагностике этого онкологического заболевания. Угрожающие тенденции последних 10 лет – “омоложение” РМЖ. Так, частота возникновения РМЖ у женщин от 19 до 39 лет выросла на 34%. Это заставляет искать пути внедрения новейших технологий раннего выявления РМЖ [1].

Современная цифровая маммографическая техника обладает высокой чувствительностью и позволяет выявить образования МЖ на доклинической стадии их развития. Она открыла новую эру в онкологии, которая определила приоритет в разработке органосберегающих оперативных вмешательств, в корне влияющих не только на увеличение продолжительности, но и на улучшение качества жизни женщин [2]. Однако дифференциальная диагностика некоторых патологических процессов затруднена, особенно на фоне повышенной плотности тканей МЖ. Это нередко приводит к ложным заключениям и соответственно к задержке в выявлении злокачественной опухоли или необоснованной биопсии при доброкачественном процессе. Наличие этих ограничений заставило искать пути совершенствования диагностики за счет применения новых технологий, таких как контрастная двухэнергетическая спектральная маммография (Contrast Enhanced Spectral Mammography – CESM) [3, 4].

Визуализация МЖ в настоящее время находится на этапе глобальных перемен. CESM – инновационный подход в диагностике РМЖ, настоящий шаг в будущее маммографии (ММГ). Использование данной технологии позволяет уменьшить дозу рентгеновского излучения примерно до 1,2 значения уровня лучевой нагрузки, получаемой при маммографическом скрининге за счет уменьшения количества исследований, выполняемых при динамическом наблюдении доброкачественных образований [5].

Неоангиогенез является неотъемлемой частью развития злокачественного образования. Он играет главную роль в росте опухолей и возможности появления метастазов. Контрастирование опухоли при CESM отражает наличие патологических сосу-

дов и степень их проницаемости. При этом CESM совмещает в себе полноформатную цифровую ММГ и субтракционные изображения.

Материал и методы

Сравнительный анализ выполнен у 47 женщин, обследованных в ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова” Минздрава России за период с августа 2018 г. по декабрь 2018 г. в связи с подозрением на наличие злокачественного новообразования МЖ. Средний возраст исследуемых женщин составил 50 лет (от 29 лет до 71 года).

Все женщины были обследованы по единому алгоритму ведения пациенток с патологией МЖ. Всем им выполнялось клинико-инструментальное обследование, включающее в себя: физикальный осмотр, CESM, интервенционные методы пункционной биопсии, цитологические, гистологические, иммуногистохимическое исследования. Женщины репродуктивного возраста проходили обследование в первую фазу менструального цикла (с 5-го по 12-й день от начала цикла).

Контрастная спектральная ММГ осуществлялась на цифровом маммографе Senographe DS (GE), снабженном рентгеновской трубкой с двойной молибдено-родиевой анодной дорожкой и цифровым полноформатным плоскостопанельным детектором из аморфного кремния с осажденным на нем иодидом цезия, который максимально повышает эффективность регистрации рентгеновских лучей и прохождение световых фотонов. Получаемые цифровые изображения высокой четкости передавались на рабочую станцию для получения изображений с целью визуализации и обработки. Особенностью настройки маммографа является многослойный фильтр для формирования результирующего изображения с наилучшим отображением йодсодержащего контрастного вещества. Это осуществляется добавлением третьего фильтра для выполнения жестких снимков при CESM к молибденовому и родиевому фильтрам. Этот фильтр выполнен из меди и алюминия – 0,3 мм Al + 0,3 мм Cu. Также использовалась модификация программного обеспечения для управления процессом получения серий двух снимков с разным режимом экспозиции при CESM.

Исследование проводилось после внутривенного введения неионных рентгеноконтрастных препаратов (1,5 мл/кг) с использованием автоматического инжектора контрастной среды (скорость введения контрастного вещества 2,5 мл/с) с компрессией МЖ по стандартной методике в краниокаудальной и медиолатеральной проекциях. Последняя в наибольшем объеме отобража-

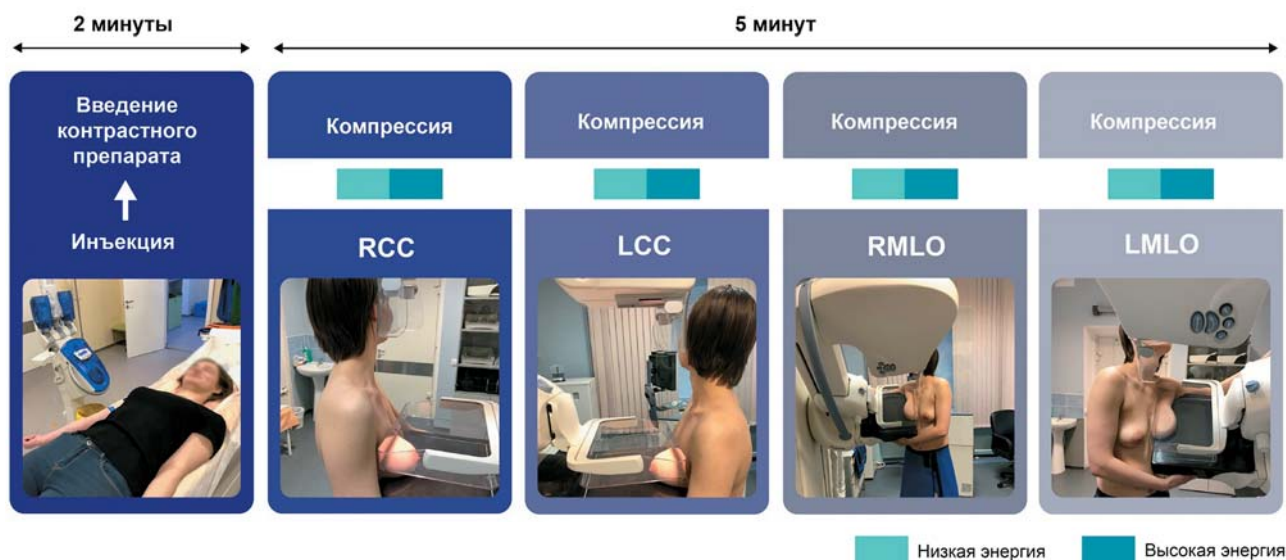
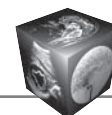


Рис. 1. Схема выполнения CESM.
Fig. 1. CESM workflow scheme.

ет ткань органа и производится под углом 45° для одновременной визуализации подмышечного отростка и лимфатических узлов. Исследование выполнялось с обеих сторон вне зависимости от локализации подозрительного очага с целью своевременной диагностики клинически бессимптомно протекающего рака в противоположной МЖ (рис. 1).

В CESM используется зависимость энергии затухания рентгеновских лучей от их прохождения через различные компоненты МЖ, в частности при прохождении через мягкие ткани и йодсодержащее контрастное вещество. Комбинация полученных изображений позволяет генерировать единое изображение, отображающее распределение контрастного вещества и васкуляризацию патологических образований МЖ.

CESM обеспечивает выполнение сразу двух изображений: низкоэнергетических снимков (изображение, получаемое с использованием рентгеновских лучей малой энергии – 26–32 кэВ) и высокоэнергетических снимков (изображение, получаемое с использованием рентгеновских лучей высокой энергии – 40–49 кэВ), во время одной короткой компрессии МЖ, длящейся не более 15 с, выполняемой с применением жесткой компрессионной пластинки. Энергетические уровни меняются в зависимости от толщины исследуемого объекта. Метод заключается в получении двух снимков с разными режимами экспонирования: один снимок “мягкий”, второй “жесткий”. Далее производится комбинация изображений таким образом, чтобы интенсивность тени в каждой точ-

ке снимка была пропорциональна концентрации контрастного вещества в соответствующем участке железы [3, 6, 7]. После выполнения жесткого снимка система создает рекомбинированное изображение из необработанных мягкого и жесткого снимков (рис. 2). Низкоэнергетические изображения – стандартные – дают оценку морфологии по шкале BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System, 2014), комбинация низко- и высокоэнергетических – функциональные изображения. В рекомбинированном изображении области гиперинтенсивности свидетельствуют о потенциальных зонах патологического ангиогенеза [8, 9]. В зависимости от клинического случая и квалификации рентгенолаборанта вся процедура получения изображения занимала не более 5 мин после введения йодсодержащего контрастного вещества.

При анализе низкоэнергетических изображений определялись: рентгеновская плотность и структура МЖ, состояние кожных покровов, подкожной клетчатки; при выявлении патологического образования оценивались его характеристики, такие как локализация, размеры, рентгеновская плотность, контуры, наличие микрокальцинатов, связь с окружающими тканями.

При анализе высокоэнергетических изображений оценивались:

1) фоновое накопление контрастного препарата молочной железы: минимальное, умеренное, выраженное (рис. 3);

2) при выявлении образования (-ий) оценивалась его:

- локализация;

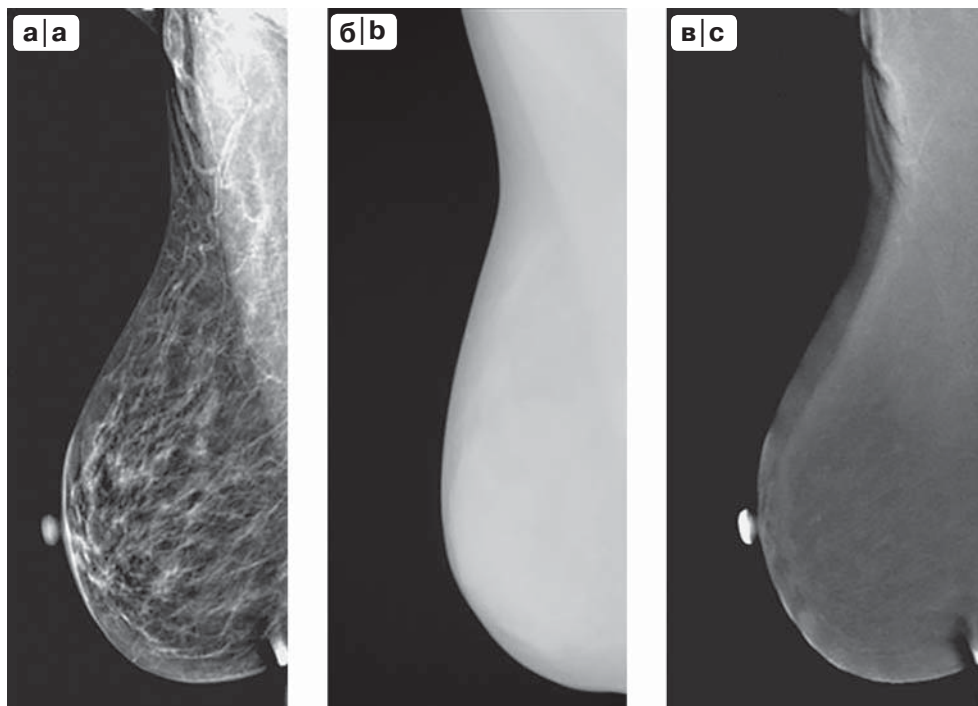
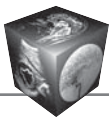


Рис. 2. Принцип получения контрастного изображения. а – низкоэнергетическое изображение; б – высокоэнергетическое изображение; в – рекомбинированное изображение.

Fig. 2. The principle of obtaining a contrast image. a – a low-energy image; b – a high-energy image; c – recombined image).

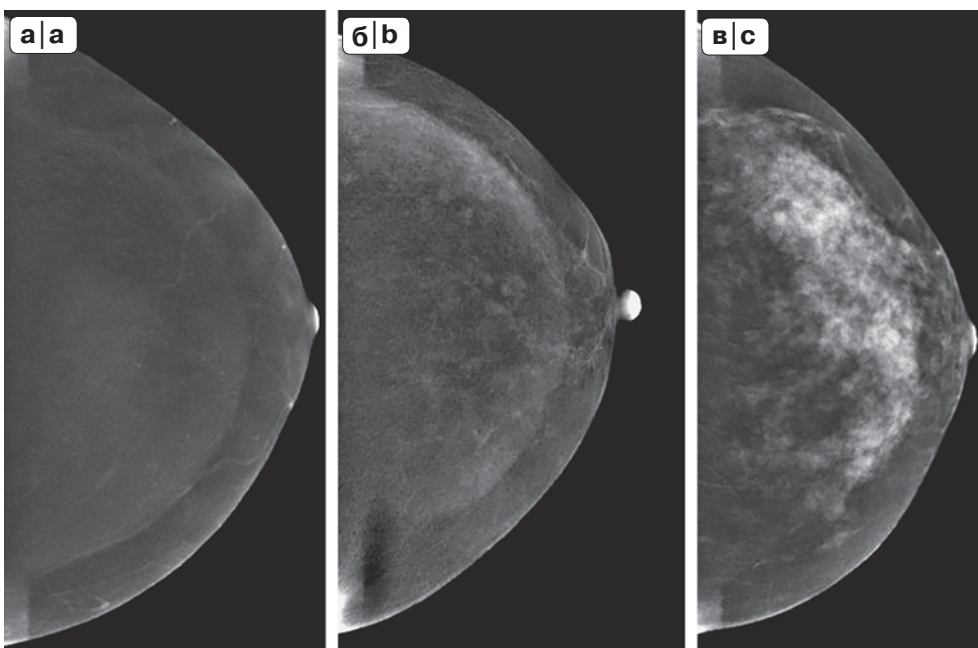


Рис. 3. Анализ субтракционных маммограмм, степень выраженности фонового накопления. а – минимальное; б – умеренное; в – выраженное.

Fig. 3. Analysis of subtraction mammograms, grade of background parenchymal enhancement. a – minimal; b – moderate; c – expressed.

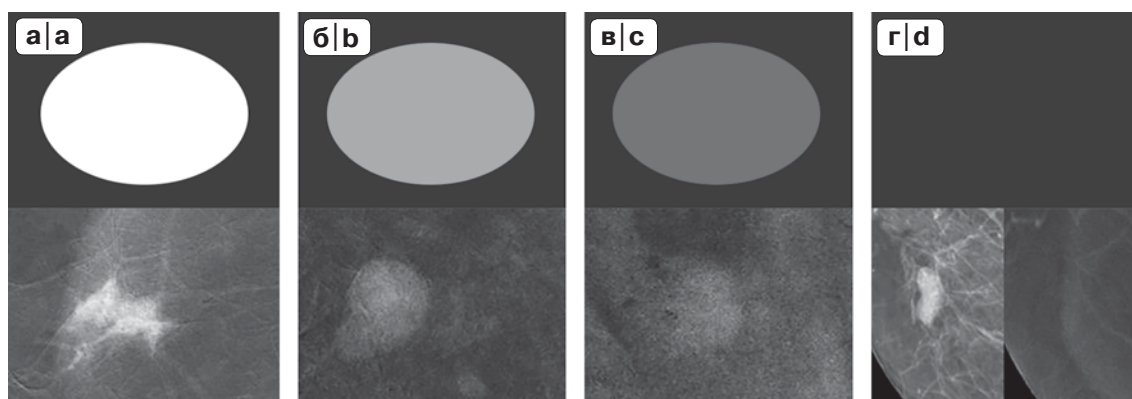
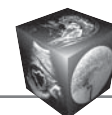


Рис. 4. Интенсивность накопления контрастного препарата. а – высококонтрастное; б – средnekонтрастное; в – низкоконтрастное; г – не накапливает контрастный препарат.

Fig. 4. The level of the accumulation of a contrast agent. a – high; b – medium; c – low; d – does not accumulate contrast agent.

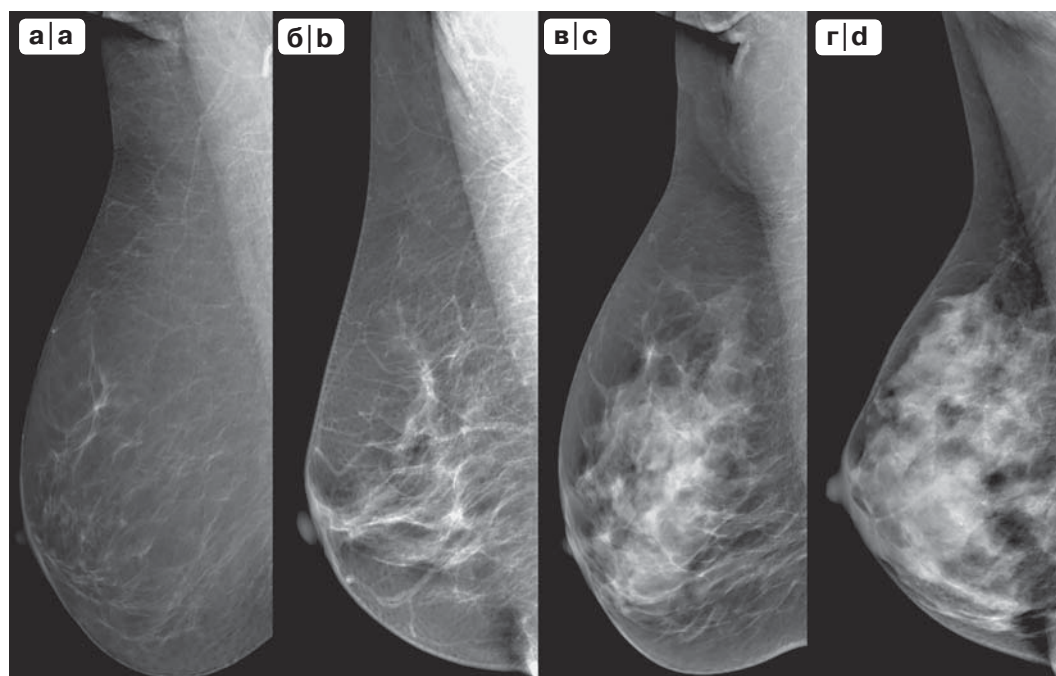


Рис. 5. Рентгеновская плотность тканей молочной железы.

Fig. 5. Mammographic Breast density.

- интенсивность накопления контрастного препарата (не накапливает, низкоконтрастное, средnekонтрастное, высококонтрастное) (рис. 4);

- тип накопления:

однородный: а) сетчатый, б) зернистый, в) кольцевидный, г) диффузно-сферический;

неоднородный: а) лакунарный, б) облаковидный, в) неоднородно-кольцевидный, г) точечный;

- контуры гипervasкулярного образования (четкие, нечеткие).

Далее суммировались данные, полученные при анализе низко- и высокодозовых изображе-

ний, и выставлялась общая категория по классификации BI-RADS.

Рентгеновская плотность тканей МЖ оценивалась в соответствии с системой BI-RADS: А – жировая (МЖ с преимущественным жировым компонентом, наличие фиброглангулярной ткани менее 25% площади маммограмм), В – жировая с рассеянной фиброглангулярной тканью (фиброглангулярной ткани от 25 до 50% площади маммограмм), С – неоднородно плотная (фиброглангулярной ткани от 51 до 75% площади маммограмм) и D – чрезвычайно плотная (фиброглангулярной



Таблица. Сравнительный анализ диагностической значимости цифровой ММГ и CЕСМ в диагностике РМЖ (n = 47)

Table. Comparative analysis of the diagnostic significance of digital MMG and CЕСM in the diagnosis of breast cancer (n = 47)

Метод исследования	Число больных в группах в зависимости от характера заключения				Показатели информативности диагностических методов, %				
	ИП	ЛП	ЛО	ИО	чувствительность	специфичность	точность	прогностическая точность положительных результатов	прогностическая точность отрицательных результатов
ММГ	10	5	2	30	83,3	85,7	85,1	66,6	93,7
СЕСМ	11	3	1	32	91,6	91,4	91,4	78,5	96,9

ткани более 75%) (рис. 5) (American College of Radiology, 2014).

Статистический анализ, обработка данных осуществлялись с помощью электронных таблиц Microsoft Excel и пакета прикладных программ Statistica, версия 10.

Положительными заключениями методов было принято считать категории BI-RADS 4 и 5, отрицательными заключениями методов категории BI-RADS 1, 2, 3. Эталонным стандартом оценки информативности цифровой ММГ и СЕСМ было патоморфологическое исследование.

При совпадении положительных заключений цифровой ММГ, СЕСМ с морфологическими заключениями результаты рассматривались как истинно положительные (ИП), при расхождении заключений цифровой ММГ, СЕСМ с гистологическим заключением результаты оценивались как ложноположительные (ЛП) или ложноотрицательные (ЛО). При отсутствии рака при морфологическом исследовании по данным цифровой ММГ, СЕСМ результаты рассматривались как истинно отрицательные (ИО).

Диагностическую информативность методов оценивали на основании определения их чувствительности, специфичности и точности диагностического метода. Также рассчитывались такие показатели, как прогностическая точность положительных результатов и прогностическая точность отрицательных результатов.

Результаты

Из 47 женщин, вошедших в анализируемую группу, РМЖ был выявлен у 12 (25,5%), а у 35 (74,5%) – доброкачественные образования.

При оценке информативности цифровой ММГ в диагностике РМЖ ИП-характер диагностических заключений установлен в 10 (21,3%), ИО – в 30 (63,8%), ЛП и ЛО отмечались в 5 (10,6%) и 2 (4,3%) случаях соответственно.

При СЕСМ ИП-заключения о наличии РМЖ были сделаны у 11 (23,4%), а ИО – у 32 (68,1%) больных, ЛП-заключения – в 3 (6,4%) и ЛО – в 1 (2,1%) случае.

Показатели чувствительности, специфичности и точности диагностического метода при выявлении РМЖ составили 83,3, 85,7, 85,1% соответственно при цифровой ММГ и 91,6, 91,4, 91,4% – при СЕСМ (см. таблицу).

Прогностическая точность положительных результатов цифровой ММГ соответствует 66,6%, а при СЕСМ – 78,5%. Прогностическая точность отрицательных результатов СЕСМ соответствует 96,9% и превышает данные цифровой ММГ – 93,7% (см. таблицу).

При сопоставлении результатов цифровой ММГ и СЕСМ оказалось, что ЛО-заключения при цифровой ММГ наблюдались: в первом случае, когда при СЕСМ характер процесса проявлялся в виде деформации извитых протоков с формированием узловых образований с небольшими группами микрокальцинатов, с нечеткими контурами и низкой интенсивностью накопления контрастного вещества (рис. 6). При патоморфологическом исследовании установлена была протоковая карцинома *in situ*. Второй случай, когда рак был представлен округлым образованием с четкими неровными контурами, на СЕСМ слабо неоднородно кольцевидно накапливал контрастный препарат. При гистологической верификации – муцинозная карцинома (рис. 7).

У 1 женщины с ЛО-заключением при СЕСМ второй очаг при мультицентричном поражении проявлялся в виде сгруппированных микрокальцинатов, количеством более 15 шт. на 1 см², которые не накапливали контрастное вещество. Напротив, ЛП-заключения СЕСМ, как правило, отмечались у женщин с высококонтрастными доброкачественными образованиями с четкими довольно ровными контурами, характер накопления контрастного веще-

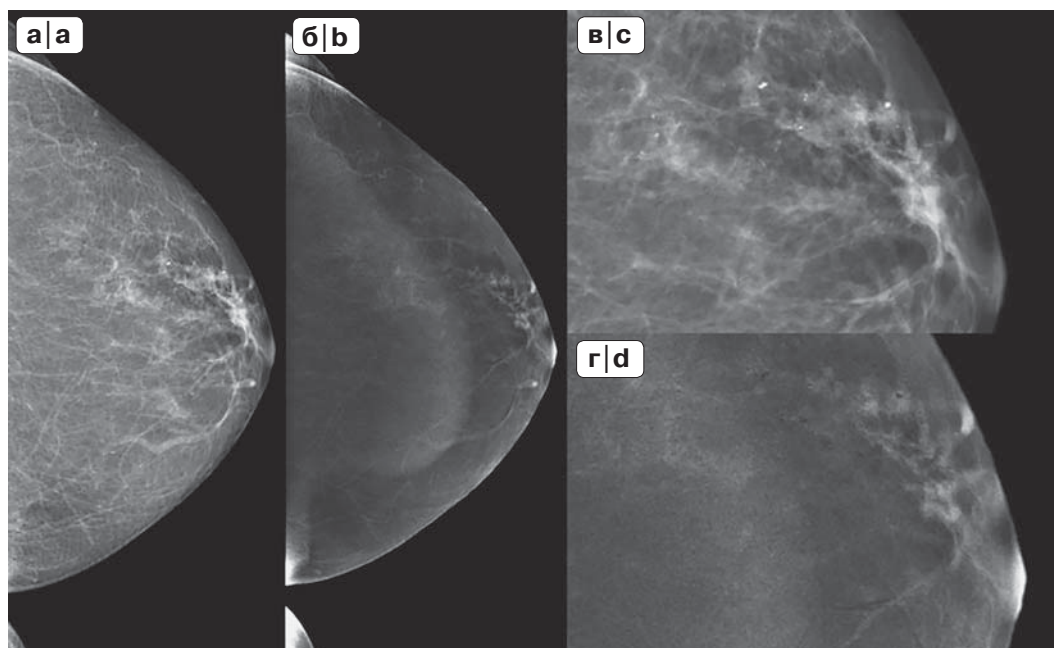
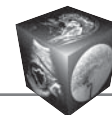


Рис. 6. Маммограммы 49-летней пациентки с жалобами на периодические боли в левой молочной железе, на выделения из соска. а – краниокаудальная проекция ММГ; б – краниокаудальная проекция CESM; в – ММГ с увеличением; г – CESM с увеличением. На маммограммах в левой железе (а – тип плотности молочной железы по ACR) в верхне-наружном квадранте определяются деформированные извитые протоки с немногочисленными сгруппированными микрокальцинатами.

CESM: в проекции сгруппированных микрокальцинатов визуализируются узловые образования с нечеткими контурами и низкой интенсивностью накопления контрастного вещества по “лакунарному” типу. Категория 5 по BI-RADS. Морфологическая верификация – внутрипротоковая карцинома *in situ* папиллярного типа.

Fig. 6. Mammograms of 49-year-old patient with complaints of recurrent pain in the left breast, on discharge from the nipples. а – craniocaudal projection of MMG; б – craniocaudal projection of CESM; в – MMG with magnification; г – CESM with magnification. On mammograms in the left gland a type of breast density in ACR) in the upper outer quadrant deformed tortuous channels with few grouped calcifications are visualized.

CESM: in the projection of grouped calcifications, masses are visualized, with indistinct margins and low level of accumulation of contrast agents, “lacunar” type of contrast enhancement. BI-RADS category 5.

Morphological verification – intraductal carcinoma *in situ*, papillary type.

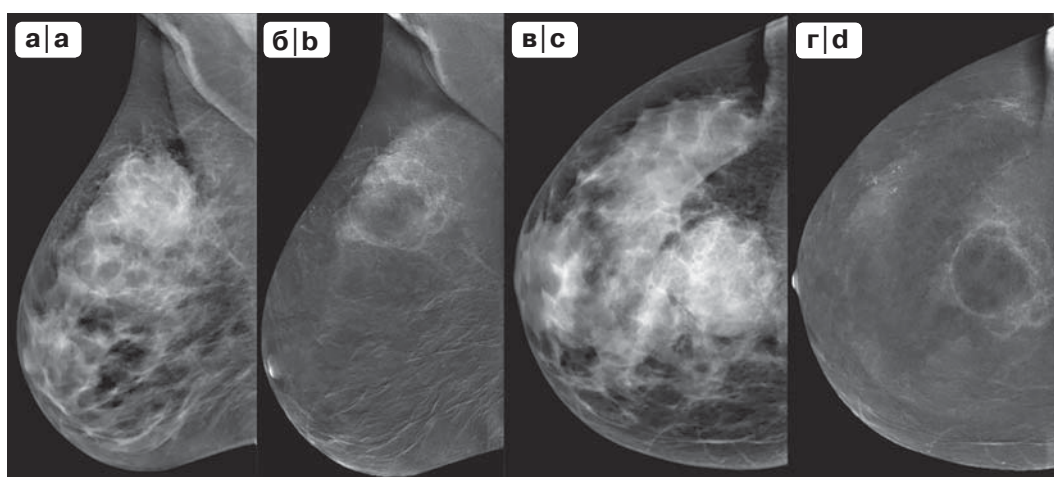


Рис. 7. Маммограммы 29-летней пациентки с пальпируемым образованием правой молочной железы.

а – медиолатеральная проекция ММГ (MLO); б – медиолатеральная проекция CESM (MLO), в – краниокаудальная проекция ММГ (CC); г – краниокаудальная проекция CESM (CC) На маммограммах в MLO (а) и CC (в) проекциях в правой железе (С – тип плотности молочной железы по ACR) на границе верхних квадрантов выявляется образование с четкими неровными контурами, симулирующее доброкачественный процесс. Категория 3 по BI-RADS (фиброаденома).

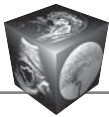


Рис. 7 (окончание).

CESM: визуализируется слабое “кольцевидное” накопление контрастного препарата образованием с усилением в верхневнутреннем его полюсе. Категория 5 по BI-RADS.

Морфологическая верификация – муцинозная карцинома.

Fig. 7. Mammograms of 29-year-old patient with a palpable mass in right mammary gland. a – mediolateral projection of MMG (MLO); b – mediolateral projection of CESM (MLO); c – craniocaudal projection of MMG (CC); d – the craniocaudal projection of CESM (CC)

On mammograms in MLO (a) and CC (b) projections in right mammary gland (c type of breast density in ACR) on the border of the upper squares a mass with circumscribed uneven margins is visualized simulating a benign process. BI-RADS category 3 (fibroadenoma).

CESM: a weak “ring-shaped” enhancement is visualized, with an increased contrast enhancement in its upper inner pole. BI-RADS category 5. Morphological verification – mucinous carcinoma

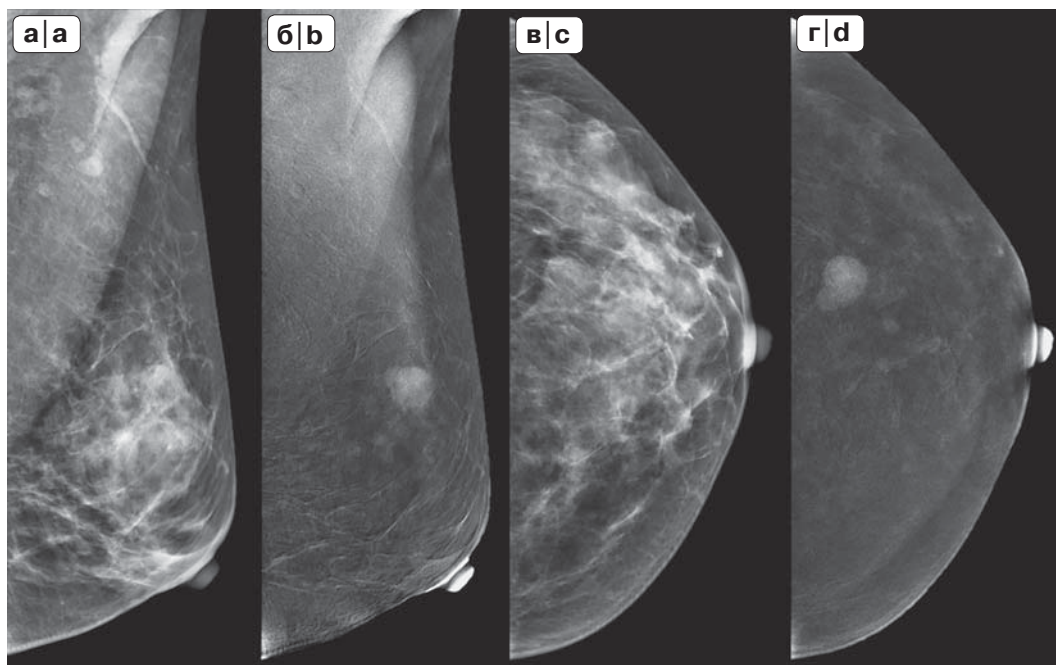


Рис. 8. Маммограммы 34-летней пациентки с пальпируемым образованием в левой молочной железе. а – медиолатеральная проекция ММГ (MLO); б – медиолатеральная проекция CESM (MLO); в – краниокаудальная проекция ММГ(CC); г – краниокаудальная проекция CESM (CC). На маммограммах в MLO (а) и CC (в) проекциях в левой железе на фоне неоднородно плотной ткани железы (с – тип плотности МЖ по ACR) неотчетливо на фоне выраженного железистого компонента выявляется образование местами с нечеткими неровными контурами неправильной округлой формы. Категория 4в по BI-RADS.

CESM: визуализируется интенсивное накопление контрастного препарата образованием по “зернистому” типу. Категория 4с по BI-RADS. Морфологическая верификация – интраканаликулярная фиброаденома.

Fig. 8. Mammograms of a 34-year-old patient with palpable mass in the left mammary gland. a – mediolateral projection of MMG (MLO); b – mediolateral projection of CESM (MLO); c – craniocaudal projection of MMG (CC); d – craniocaudal projection of CESM (CC). On mammograms in MLO (a) and CC (b) projections in the left gland with the background of non-uniformly dense glandular tissue (c type of breast density in ACR) a mass with irregular round shape and indistinct margins is visualized. BI-RADS category 4b.

CESM: intensive enhancement in a “granular” type is visualized. BI-RADS category 4c. Morphological verification – intracanalicular fibroadenoma.

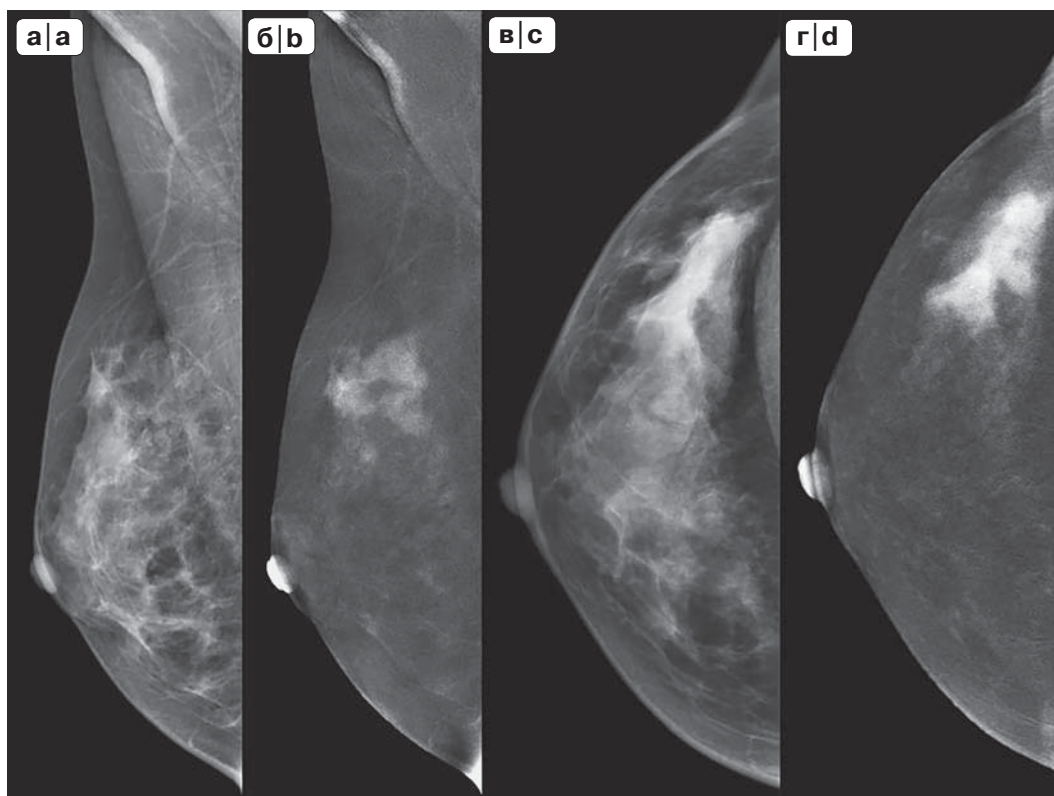
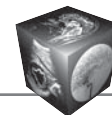


Рис. 9. Маммограммы 35-летней пациентки с жалобами на пальпируемое образование в правой молочной железе. а – медиолатеральная проекция ММГ (МЛО); б – медиолатеральная проекция CESM (МЛО); в – краниокаудальная проекция ММГ (СС); г – краниокаудальная проекция CESM (СС). В анамнезе рак левой молочной железы. На маммограммах в МЛО (а) и СС (в) проекциях в правой железе на фоне неоднородно плотной ткани железы (с – тип плотности молочной железы по АСР) узловых образований не выявлено. Категория 2 по BI-RADS. CESM: в верхненаружном квадранте визуализируются не менее четырех образований с нечеткими неровными контурами с интенсивным накоплением контрастного препарата по “облаковидному” типу. Категория 5 по BI-RADS. Морфологическая верификация: инвазивная неспецифицированная карцинома, трижды негативный биологический подтип.

Fig. 9. Mammograms of 35-year-old patient with complaints of palpable mass in the right mammary gland. a – mediolateral projection of MMG (MLO); b – mediolateral projection of CESM (MLO); c – craniocaudal projection of MMG (CC); d – craniocaudal projection of CESM (CC). History of cancer of the left breast. On the mammograms in MLO (a) and CC (b) projections in the right gland with the background of dense glandular tissue (c type of breast density in ACR) no masses are visualized. BI-RADS category 2.

CESM: at least four masses with indistinct margins and intensive enhancement in a “cloud-like” type are visualized in the upper outer quadrant. BI-RADS category 5.

Morphological verification: invasive carcinoma of no special type, triple-negative biological subtype.

ства которых был по “зернистому” типу, отмечалось чередование более низкоконтрастных участков разного размерами с высококонтрастными участками (рис. 8) (фиброаденомы с высокой митотической активностью чаще всего интраканаликулярного типа). Быстрорастущие опухоли хорошо васкуляризованы, как правило, за счет внутриузловых артериальных сосудов. Подобные изменения наблюдались у 3 женщин. В момент исследования эти образования клинически характеризовались проявлением активного роста. В отличие от них в выявленных периканаликулярных фиброаденомах накопления контрастного

препарата не отмечалось или в единичных случаях удавалось выявить единичное периферическое точечное контрастирование, обусловленное бедным сосудистым руслом. Проллиферативная активность данных образований расценивалась как низкая.

Основной причиной ЛО диагностических заключений при цифровой ММГ (2 наблюдения) было наличие плотной ткани МЖ, которая не позволяла выявлять анатомические изменения, вызываемые опухолевым процессом (рис. 9).

Среди 12 пациенток со злокачественными новообразованиями при CESM 7 имели дополни-

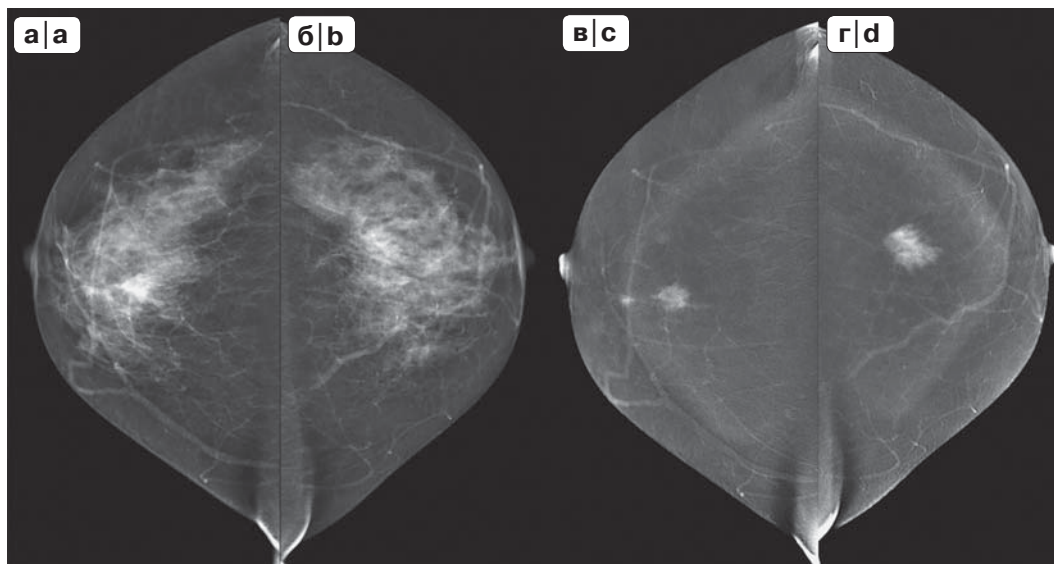
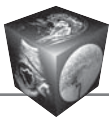


Рис. 10. Маммограммы 63-летней пациентки с жалобами на боль в правой молочной железе.

а – краниокаудальная проекция правой молочной железы (CC); б – краниокаудальная проекция левой молочной железы (CC); в – краниокаудальная проекция правой молочной железы CESM (CC); г – краниокаудальная проекция левой железы CESM (CC).

На маммограмме правой железы в CC проекции (а) определяется образование с нечеткими неровными контурами, в левой молочной железе (б) видимых узловых образований не выявлено. Категория 4с – правой железы и категория 2 – левой железы по BI-RADS.

CESM: в обеих молочных железах (в, г) определяются образования с интенсивным накоплением контрастного препарата по “облаковидному” типу, в правой железе два образования с накоплением контрастного препарата по “облаковидному” типу. Категория 5 по BI-RADS. Морфологическая верификация: синхронная билатеральная инвазивная неспецифицированная карцинома с мультифокальным ростом в правой железе.

Fig. 10. Mammograms of a 63-year-old patient with complaints of pain in the right mammary gland. а – craniocaudal projection of the right mammary gland (CC); б – craniocaudal projection of the left mammary gland (CC); в – craniocaudal projection of the right gland (CESM (CC); д – craniocaudal projection of the left gland (CESM (CC). On the mammogram of the right gland in the CC projection (а) mass with indistinct margins is visualized, in the left mammary gland (б) visible masses are not detected. BI-RADS category 4c of right gland and BI-RADS category 2 of left gland.

CESM: in both mammary glands (с, d), there are masses with intensive accumulation of a contrast agent in a “cloud-like” type; BI-RADS category 5. Morphological verification: synchronous bilateral invasive carcinoma of no special type, with multifocal growth in the right gland.

тельные очаги, которые не визуализировались на цифровой ММГ. Эти образования по своей структуре в большинстве случаев напоминали первичный очаг и определялись с нечеткими неровными контурами с интенсивным накоплением контрастного препарата по “лакунарному” или “облаковидному” типу (рис. 10).

Таким образом, необходимость использования CESM в качестве метода ранней диагностики РМЖ значительно улучшит как дифференциально-диагностические, так и прогностические возможности современной ММГ.

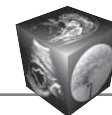
Обсуждение

На протяжении многих десятилетий ММГ является основным методом диагностики РМЖ [2, 4, 10]. Однако ее эффективность в выявлении признаков злокачественных опухолей зависит от со-

отношения соединительнотканного компонента, железистой и жировой ткани. Особенно остро эта проблема касается женщин репродуктивного возраста. У данной категории женщин в структуре МЖ преобладает железистая, рентгеновски плотная ткань, поэтому цифровая ММГ у них малоинформативна [11, 12].

В последние годы при диагностике РМЖ у женщин с плотной тканью МЖ были показаны дополнительные методы визуализации МЖ, в частности такие, как CESM. На данный момент уже существуют работы, доказывающие пользу и значимость данной методики. Исследования из разных стран доказывают, что для плотной МЖ CESM является методом выбора при обнаружении злокачественных новообразований [13, 14].

На сегодняшний день первые клинические исследования показывают, что чувствительность мето-



да при диагностике РМЖ с помощью CESM может быть увеличена до 90–100% [3, 9]. Так, по данным V. Sorin и соавт., чувствительность при диагностике РМЖ на фоне повышенной плотности тканей МЖ при CESM составила 90,5%, специфичность – 76,1%, а положительное и отрицательное прогностическое значение – 11,9, 96,6% соответственно [15].

По мнению Y.C. Cheung и соавт., для плотной МЖ CESM является методом выбора при обнаружении злокачественных новообразований и для исключения ЛО-результатов на фоне выраженной железистой ткани [11].

В проведенном нами исследовании чувствительность CESM в диагностике РМЖ составила 91,6%, и превысила возможности цифровой ММГ (83,3%). Более того, анализ показателей прогностической точности отрицательного и положительного результатов также подтвердил перспективность применения CESM при диагностике РМЖ. Полученные нами результаты указывают на существенное (до 96,9%) увеличение прогностической точности отрицательных результатов при использовании CESM для выявления РМЖ и прогностической точности положительных результатов до 78,5%, по сравнению с исследованием цифровой ММГ – 93,7 и 66,6% соответственно.

Результаты данного исследования убедительно показали необходимость более широкого внедрения CESM в практику с целью улучшения качества ранней диагностики РМЖ.

Кроме того, неоспоримы преимущества CESM по сравнению с другими методами визуализации МЖ, такие как:

1) процедура занимает небольшое время исследования;

2) изображения (как низкоэнергетические, так и рекомбинированные) могут легко и быстро интерпретированы врачами-рентгенологами;

3) изображения CESM доступны и понятны для онкологов, маммологов и хирургов.

Заключение

CESM обладает высокой чувствительностью, специфичностью и точностью при диагностике РМЖ. Использование CESM позволяет существенно повысить прогностическую точность отрицательных результатов (до 96,9%) диагностики РМЖ, в первую очередь у женщин с повышенной плотностью тканей МЖ. Результаты данного исследования убедительно показали необходимость более широкого внедрения CESM в клиническую практику с целью улучшения диагностики РМЖ.

Включение CESM в алгоритм исследования пациенток с подозрением на РМЖ позволяет значительно улучшить эффективность выявления рака.

Отрицательное заключение CESM дает достаточно высокую уверенность в исключении злокачественного новообразования МЖ. Недостатками CESM являются трудности дифференциальной диагностики рака с доброкачественными гиперваскулярными образованиями, особенно у женщин, находящихся на гормонзаместительной терапии.

Список литературы

1. Рожкова Н.И., Бурдин И.И., Запирова С.Б., Мазо М.Л., Прокопенко С.П., Якобс О.Э. Контрастная двухэнергетическая спектральная маммография. *Исследования и практика в медицине*. 2015; 2 (4): 82–87. <https://doi.org/10.17709/2409-2231-2015-2-4-82-87>.
2. Семиглазов В.Ф. Семиглазов В.В. Скрининг рака молочной железы. *Практическая онкология*. 2010; 11 (2): 61–62.
3. Оксанчук Е.А., Колесник А.Ю., Меских Е.В. Контрастная маммография в дифференциальной диагностике заболеваний молочных желез: первые результаты. II Национальный конгресс “Онкология репродуктивных органов: от профилактики и раннего выявления к эффективному лечению”. 2017: 73.
4. Mori M., Akashi-Tanaka S., Suzuki S., Daniels M.I., Watanabe C., Hirose M., Nakamura S. Diagnostic accuracy of contrast-enhanced spectral mammography in comparison to conventional full-field digital mammography in a population of women with dense breasts. *Breast Cancer*. 2017; 24: 104–110. <https://doi.org/10.1007/s12282-016-0681-8>.
5. Jeukens C.R., Lalji U.C., Meijer E., Bakija B., Theunissen R., Wildberger J.E., Lobbes M.B. Radiation exposure of contrast-enhanced spectral mammography compared with full-field digital mammography. *Invest. Radiol*. 2014; 49: 659–655. <https://doi.org/10.1097/RLI.000000000000068>.
6. Blum K.S., Rubbert C., Mathys B., Antoch G., Mohrmann S., Obenauer S. Use of contrast enhanced spectral mammography for inframammary cancer staging: preliminary. *Acad. Radiol*. 2014; 21: 1363–1369. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2014.06.012>.
7. Жолдыбай Ж.Ж., Жакенова Ж.К., Панина А., Кунанбаева Абыкешева А.А. Возможности контрастной спектральной маммографии в диагностике рака молочной железы. *Онкология и радиология Казахстана*. 2015; 4: 32–33.
8. Lobbes M.B., Smidt M.L., Houwers J., Tjan-Heijnen V.C., Wildberger J.E. Contrast enhanced mammography: techniques, current results, and potential indications. *Clin. Radiol*. 2013; 68: 935. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2013.04.009>.
9. Luczyńska E., Heinze-Paluchowska S., Dyczek S., Blecharz P., Rys J., Reinfuss M. Contrast-enhanced spectral mammography: comparison with conventional mammography and histopathology in 152 women. *Korean J. Radiol*. 2014; 15: 689–696. <https://doi.org/10.3348/kjr.2014.15.6.689>.
10. Семиглазов В.Ф., Семиглазов В.В., Клецель А.Е. Неинвазивные и инвазивные опухоли молочной железы. СПб., 2006: 69–84.
11. Cheung Y.C., Lin Y.C., Wan Y.L., Yeow K.M., Huang P.C., Lo Y.F., Tsai H.P., Ueng S.H., Chang C.J. Diagnostic



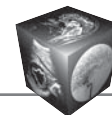
performance of dual-energy contrast-enhanced subtracted mammography in dense breasts compared to mammography alone: interobserver blind-reading. *Eur. Radiol.* 2014; 24: 2394–2403.

<https://doi.org/10.1007/s00330-014-3271-1>.

12. Lalji U.C., Jeukens C.R., Houben I., Nelemans P.J., van Engen R.E., van Wylick E., Beets-Tan R.G., Wildberger J.E., Paulis L.E., Lobbes M.B. Evaluation of low energy contrast-enhanced spectral mammography images by comparing them to full-field digital mammography Using EUREF image quality criteria. *Eur. Radiol.* 2015; 25: 2813–2820.
<https://doi.org/10.1007/s00330-015-3695-2>.
13. Houben I.P.L., Van de Voorde P., Jeukens C.R.L.P.N., Wildberger J.E., Kooreman L.F., Smidt M.L., Lobbes M.B.I. Contrast-enhanced spectral mammography as work-up tool in patients recalled from breast cancer screening has low risks and might hold clinical benefits. *Eur. Radiol.* 2017; 94: 31–37.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.07.004>.
14. Covington M.F., Pizzitola V.J., Lorans R., Pockaj B.A., Northfelt D.W., Appleton C.M., Patel B.K. The Future of Contrast-Enhanced Mammography. *Am. J. Roentgenol.* 2018; 210: 1–9. <https://doi.org/10.2214/AJR.17.18749>.
15. Sorin V., Yagil Y., Yosepovich A., Shalmon A., Gotlieb M., Neiman O.H., Sklair-Levy M. Contrast-enhanced spectral mammography in women with intermediate breast cancer risk and dense. *Am. J. Roentgenol.* 2018; 211: 267–274.
<https://doi.org/10.2214/AJR.17.19355>.

References

1. Rozhkova N.I., Burdin I.I., Zapirova S.B., Mazo M.L., Prokopenko S.P., Jakobs O.Je. Contrast Enhanced Spectral Mammography (CESM). *Research'n Practical Medicine Journal.* 2015; 2 (4): 82–87. <https://doi.org/10.17709/2409-2231-2015-2-4-82-87>. (In Russian)
2. Semiglazov V.F. Semiglazov V.V. Breast cancer screening. *Practical Oncology.* 2010; 11 (2): 61–62. (In Russian)
3. Oksanchuk E.A., Kolesnik A.Ju., Meskih E.V. Contrast mammography in the differential diagnosis of breast diseases: first results. II Nacional'nyj kongress "Onkologija reproduktivnyh organov: ot profilaktiki i rannego vyjavenija k jeffektivnomu lecheniju". 2017: 73. (In Russian)
4. Mori M., Akashi-Tanaka S., Suzuki S., Daniels M.I., Watanabe C., Hirose M., Nakamura S. Diagnostic accuracy of contrast-enhanced spectral mammography in comparison to conventional full-field digital mammography in a population of women with dense breasts. *Breast Cancer.* 2017; 24: 104–110.
<https://doi.org/10.1007/s12282-016-0681-8>.
5. Jeukens C.R., Lalji U.C., Meijer E., Bakija B., Theunissen R., Wildberger J.E., Lobbes M.B. Radiation exposure of contrast-enhanced spectral mammography compared with full-field digital mammography. *Invest. Radiol.* 2014; 49: 659–655.
<https://doi.org/10.1097/RLI.000000000000068>.
6. Blum K.S., Rubbert C., Mathys B., Antoch G., Mohrmann S., Obenauer S. Use of contrast enhanced spectral mammography for inframammary cancer staging: preliminary. *Acad. Radiol.* 2014; 21: 1363–1369.
<https://doi.org/10.1016/j.acra.2014.06.012>.
7. Zholdybaj Zh.Zh., Zhakenova Zh.K., Panina A., Kunanbaeva Abykesheva A.A. Possibilities of contrast spectral mammography in the diagnosis of breast cancer. *Oncology and radiology of Kazakhstan.* 2015; 4: 32–33. (In Russian)
8. Lobbes M.B., Smidt M.L., Houwers J., Tjan-Heijnen V.C., Wildberger J.E. Contrast enhanced mammography: techniques, current results, and potential indications. *Clin. Radiol.* 2013; 68: 935.
<https://doi.org/10.1016/j.crad.2013.04.009>.
9. Luczyńska E., Heinze-Paluchowska S., Dyczek S., Blecharz P., Rys J., Reinfuss M. Contrast-enhanced spectral mammography: comparison with conventional mammography and histopathology in 152 women. *Korean J. Radiol.* 2014; 15: 689–696.
<https://doi.org/10.3348/kjr.2014.15.6.689>.
10. Semiglazov V.F., Semiglazov V.V., Klecel' A.E. Non-invasive and invasive breast tumors. SPb., 2006: 69–84. (In Russian)
11. Cheung Y.C., Lin Y.C., Wan Y.L., Yeow K.M., Huang P.C., Lo Y.F., Tsai H.P., Ueng S.H., Chang C.J. Diagnostic performance of dual-energy contrast-enhanced subtracted mammography in dense breasts compared to mammography alone: interobserver blind-reading. *Eur. Radiol.* 2014; 24: 2394–2403.
<https://doi.org/10.1007/s00330-014-3271-1>.
12. Lalji U.C., Jeukens C.R., Houben I., Nelemans P.J., van Engen R.E., van Wylick E., Beets-Tan R.G., Wildberger J.E., Paulis L.E., Lobbes M.B. Evaluation of low energy contrast-enhanced spectral mammography images by comparing them to full-field digital mammography Using EUREF image quality criteria. *Eur. Radiol.* 2015; 25: 2813–2820.
<https://doi.org/10.1007/s00330-015-3695-2>.
13. Houben I.P.L., Van de Voorde P., Jeukens C.R.L.P.N., Wildberger J.E., Kooreman L.F., Smidt M.L., Lobbes M.B.I. Contrast-enhanced spectral mammography as work-up tool in patients recalled from breast cancer screening has low risks and might hold clinical benefits. *Eur. Radiol.* 2017; 94: 31–37.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.07.004>.
14. Covington M.F., Pizzitola V.J., Lorans R., Pockaj B.A., Northfelt D.W., Appleton C.M., Patel B.K. The Future of Contrast-Enhanced Mammography. *Am. J. Roentgenol.* 2018; 210: 1–9. <https://doi.org/10.2214/AJR.17.18749>.
15. Sorin V., Yagil Y., Yosepovich A., Shalmon A., Gotlieb M., Neiman O.H., Sklair-Levy M. Contrast-enhanced spectral mammography in women with intermediate breast cancer risk and dense. *Am. J. Roentgenol.* 2018; 211: 267–274.
<https://doi.org/10.2214/AJR.17.19355>.



Для корреспонденции*: Чёрная Антонина Викторовна – 197758, п. Песочный, Ленинградская область, Ленинградская ул., д. 68. ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”. Тел.: +7-921-744-19-20. E-mail: dr.chernaya@mail.ru

Чёрная Антонина Викторовна – канд. мед. наук, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Новиков Сергей Николаевич – доктор мед. наук, заведующий отделением радиотерапии, ведущий научный сотрудник ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Криворотко Петр Владимирович – доктор мед. наук, заведующий хирургическим отделением опухолей молочной железы, ведущий научный сотрудник ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Ульянова Роксана Хачиковна – клинический ординатор отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Данилов Всеволод Вячеславович – клинический ординатор отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Contact*: Antonina V. Chernaya – 197758 Russian Federation, St. Petersburg, Pesochny, Leningradskaya str., 68. N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology. Phone: +7-921-744-19-20. E-mail: dr.chernaya@mail.ru

Antonina V. Chernaya – cand. of med. sci., radiologist at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Sergey N. Novikov – doct. of med. sci., Head of the Radiotherapy Department, Leading researcher N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Petr V. Krivorotko – doct. of med. sci., Head of the surgical department of breast tumors, Leading researcher N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Roksana Kh. Ulyanova – resident at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Vsevolod V. Danilov – resident at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Поступила в редакцию 10.04.2019.

Received on 10.04.2019.

Принята к печати 14.05.2019.

Accepted for publication on 14.05.2019.



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-62-70

Гигантский копролит, осложненный гидронефрозом и обструктивным пиелонефритом (клиническое наблюдение)

Юдин А.Л.¹, Юматова Е.А.^{1*}, Марина Е.А.¹, Рудая А.И.²

¹ ФГБОУ ВО "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Минздрава России, Москва, Россия

² ГБУЗ "Городская поликлиника № 201 Департамента здравоохранения г. Москвы", Москва, Россия

Giant fecaloma complicated by hydronephrosis and obstructive pyelonephritis (case report)

Yudin A.L.¹, Yumatova E.A.^{1*}, Marina E.A.¹, Rudaya A.I.²

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

² City ambulance station № 201 of Moscow healthcare department, Moscow, Russia

Задержка стула является распространенным и потенциально опасным заболеванием, которое встречается во всех возрастных группах с частотой приблизительно 15%. Наиболее уязвимыми считаются дети, пожилые люди и лица с ограниченными физическими способностями. Представляет собой сложную диагностическую и терапевтическую проблему. Копростаз обычно возникает в условиях хронического или тяжелого запора, анатомических аноректальных аномалий и нейрогенных или функциональных желудочно-кишечных расстройств. Копролиты являются одним из проявлений копростаза и могут приводить к большому спектру осложнений. Только знание возможных осложнений и их своевременная диагностика позволяют предотвратить развитие угрожающих жизни состояний. В нашей работе мы представляем случай гигантского копролита, осложнившегося гидронефрозом и обструктивным пиелонефритом.

Ключевые слова: компьютерная томография, копролит, обструктивный пиелонефрит, гидронефроз.

Ссылка для цитирования: Юдин А.Л., Юматова Е.А., Марина Е.А., Рудая А.И. Гигантский копролит, осложненный гидронефрозом и обструктивным пиелонефритом (клиническое наблюдение). *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 62–70.
DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-62-70.

Fecal impaction is a common and potentially dangerous disease that occurs in all age groups with a frequency of approximately 15%. Children, the elderly and people with disabilities are considered the most vulnerable. It is a complex diagnostic and therapeutic problem. Coprostasis usu-

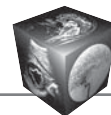
ally occurs in conditions of chronic or severe constipation, anatomical anorectal abnormalities, and neurogenic or functional gastrointestinal disorders. Fecalomas are one of the manifestations of coprostasis and can lead to a large range of complications. Only knowledge of possible complications and their timely diagnosis can prevent the development of life-threatening conditions. In our work, we present the case of giant fecaloma, complicated by hydronephrosis and obstructive pyelonephritis.

Key words: computed tomography, fecaloma, obstructive uropathy, obstructive pyelonephritis, hydronephrosis.

Recommended citation: Yudin A.L., Yumatova E.A., Marina E.A., Rudaya A.I. Giant fecaloma complicated by hydronephrosis and obstructive pyelonephritis (case report). *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 62–70.
DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-62-70.

Введение

Каловые камни (копролит, фекалома) – это плотные образования, которые формируются в толстой кишке в результате длительного застоя каловых масс (копростаза). В англоязычной литературе чаще можно встретить такие синонимы, как fecaloma, coproma, fecal tumor, scatoma, stercoroma, – это твердые, слоистые и даже кальцинированные каловые массы, имитирующие опухоль, по плотности могут быть схожи с природными камнями [1]. Копростаз по своей сути является следствием хронического и нелеченого запора [2].



Каловые камни являются распространенной, но часто игнорируемой проблемой, хотя смертность от осложнений, вызванных копролитами, может достигать 29% [3]. Нарушения моторики желудочно-кишечного тракта охватывают широкий спектр патологических процессов, начиная от легких функциональных нарушений (например, диспепсии) до тяжелых состояний, характеризующихся значительным нарушением транзита фекальных масс.

Клиническое наблюдение

Пациентка Н., 79 лет. Направлена на проведение компьютерной томографии (КТ). Со слов родственников жалобы на вздутие и диффузную боль в животе. Известно, что пациентка на протяжении 11 лет страдает болезнью Альцгеймера, последний год практически не встает, только присаживается в кровати. Вид транспортировки – на каталке. Из сопутствующих заболеваний отмечен сахарный диабет, среди перенесенных – ОРВИ, частые циститы. Периодически возникают запоры, по поводу чего принимает слабительные средства или проводятся клизмы. Последний оформленный стул был более 14 дней назад, в настоящее время скудный жидкий кал. Два дня назад отмечено снижение диуреза.

При осмотре пациентка взволнована, плаксива, негатино реагирует на осмотр. Гиперстенник. Температура тела 37,9 °С, частота сердечных сокращений 96 в минуту, частота дыхательных движений 20 в минуту, артериальное давление 150/90 мм рт.ст. Живот значительно увеличен в объеме, болезненный при пальпации на всем протяжении, перитонеальные симптомы отрицательные. Перистальтика не выслушивается. Положительный симптом поколачивания справа. В легких дыхание везикулярное, немного ослаблено в базальных отделах. По остальным органам и системам – без особенностей.

В общем анализе крови: лейкоциты $10,2 \cdot 10^9/\text{л}$, СОЭ 24 мм/ч, остальные показатели в пределах референтных значений. В биохимическом анализе крови отмечалось небольшое повышение уровня креатинина до 105 мкмоль/л, скорость клубочковой фильтрации 71 мл/мин/1,73 м², С-реактивный белок 92 мг/л. Общий анализ мочи: прозрачность неполная, моча мутная, относительная плотность 1025, реакция 6,0, глюкоза 0,8 ммоль/л, лейкоциты покрывают все поля зрения, эритроциты неизмененные – 3-5-7 в поле зрения, бактерии – небольшое количество.

При КТ органов живота и таза с внутривенным контрастированием на топограмме (рис. 1) отмечается расширение толстой кишки с преобладанием воздуха; в правых и центральных отделах брюшной полости и малого таза – структура овоидной формы неоднородной плотности. При мультифазном компьютерно-томографическом сканировании сигмовидная кишка удлине-

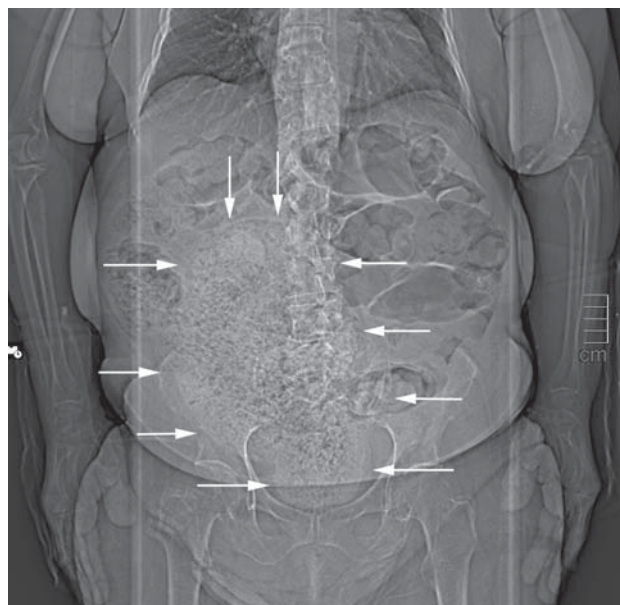


Рис. 1. Топограмма живота и таза. Копролит в значительно расширенной прямой и сигмовидной кишке (стрелки).

Fig. 1. Scout view of the abdomen and pelvis. Fecaloma in the noticeably expanded rectum and sigmoid colon (arrows).

на. Прямая и дистальная части сигмовидной кишки значительно расширены, максимальными размерами ~16 × 12 × 32 см, заполнены плотным кишечным содержимым (рис. 2). Конкременты в мочевыделительных путях не обнаружены. Почки расположены правильно, в размерах не увеличены. Отмечается локальное нарушение кортико-медуллярной дифференцировки справа, слева – сохранена. Асимметрия толщины паренхимы почек, справа – немного тоньше. Паренхима левой почки своевременно и равномерно накапливает контрастный препарат, справа – контрастирование запаздывает. Выделение контрастного препарата замедлено с обеих сторон. Визуализируется расширение чашечек, лоханок и мочеточников до нижней трети, больше справа. Правый мочеточник оттеснен латерально. В средней трети брюшного сегмента слева и лоханочно-мочеточникового сегмента справа – перегибы мочеточников, сдавление тазовых отделов мочеточников с обеих сторон. Мочевой пузырь деформирован, слабого наполнения, оттеснен влево, дно смещено каудально (рис. 3–5).

По результатам компьютерно-томографического исследования и клинико-лабораторным данным было выставлено заключение: копролит прямой и сигмовидной кишки гигантских размеров, осложненный двусторонним уретерогидронефрозом (более выраженным справа). Обструктивный пиелонефрит справа.

Пациентка в экстренном порядке была переведена в стационар хирургического профиля с наличием абдоминального и урологического отделений.

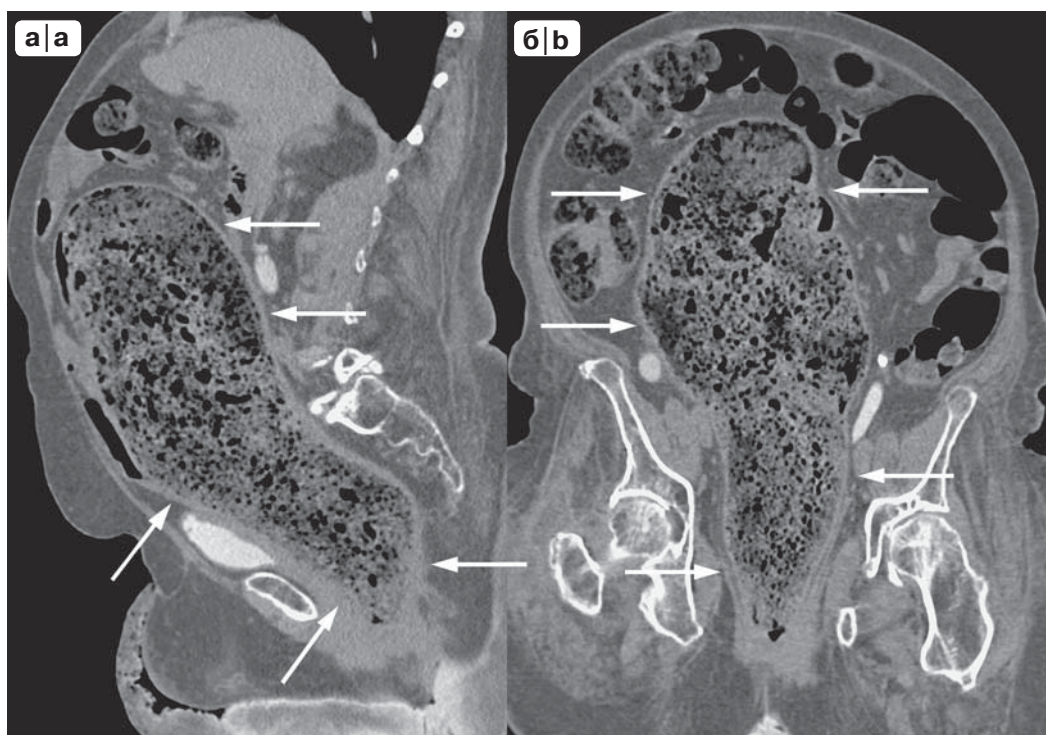


Рис. 2. КТ живота и таза в сагиттальной (а) и кософронтальной (б) проекциях. Гигантский копролит в сигмовидной и прямой кишке (стрелки).

Fig. 2. CT of the abdomen and pelvis in the sagittal (a) and oblique-frontal (b) projections. Giant fecaloma in the sigmoid colon and rectum (arrows).

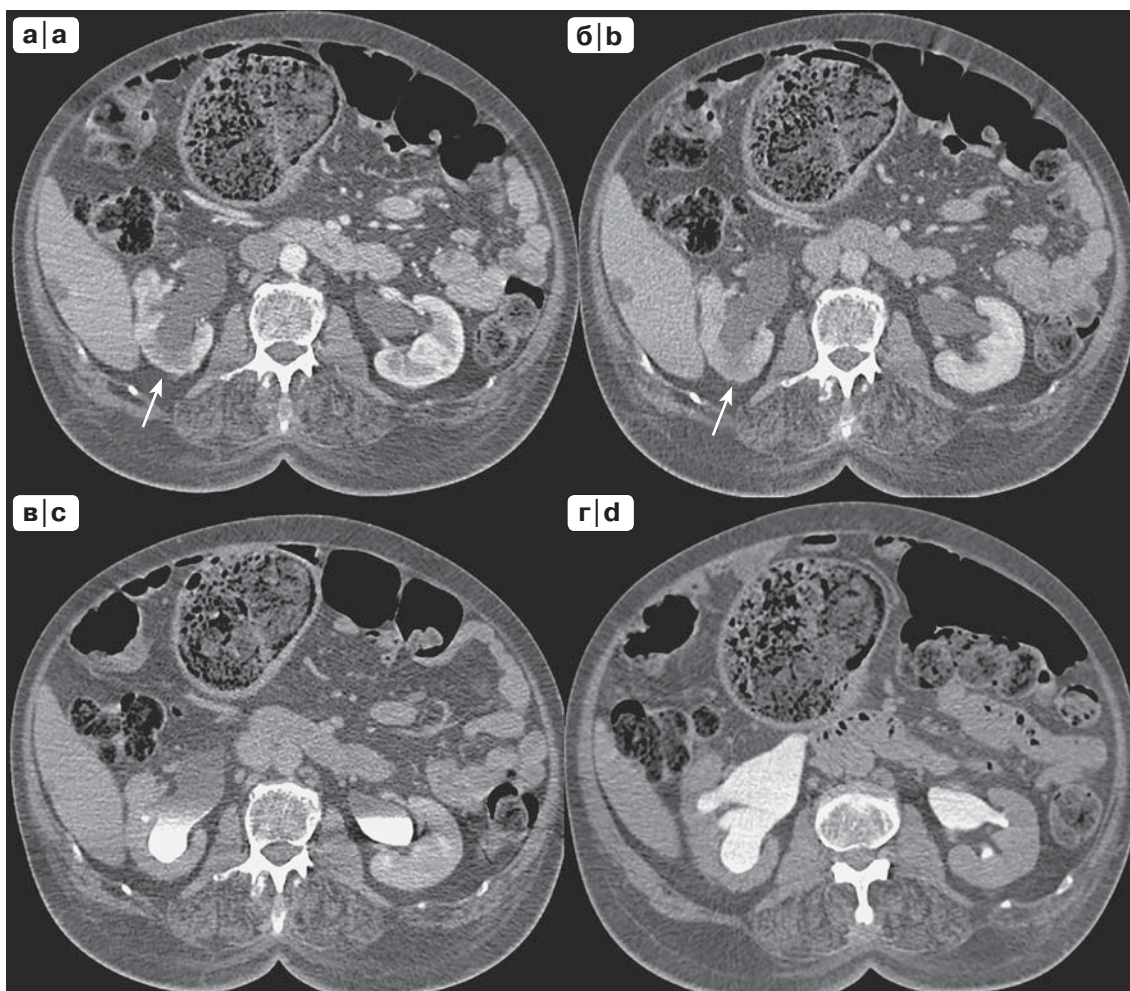
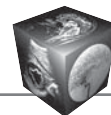


Рис. 3. Мультифазная КТ живота и таза. Аксиальные томограммы на уровне лоханок почек. а – артериальная фаза контрастирования, расширение лоханки правой почки, локальное нарушение кортико-медуллярной дифференцировки (стрелка); б – паренхиматозная фаза контрастирования, слабое контрастирование паренхимы правой почки, локально “сниженная” нефрограмма (стрелка); в – выделительная фаза контрастирования, замедленное выделение контрастного препарата обеими почками; г – поздняя выделительная фаза контрастирования (через 1 ч от начала введения контрастного препарата), гидронефротическая трансформация чашечно-лоханочной системы правой почки.

Fig. 3. Multiphase CT of the abdomen and pelvis. Axial tomograms at the level of the renal pelvis. a – arterial phase of enhancement, dilatation of the pelvis of the right kidney, local cortico-medullary differentiation impairment (arrow); b – parenchymal phase of enhancement, weak enhancement of the parenchyma of the right kidney, locally “abated” nephrogram (arrow); c – excretory phase of enhancement, slow excretion of the contrast agent with both kidneys; d – late excretory phase of enhancement (after 1 hour from the start of the injection of the contrast agent), hydronephrotic transformation of the urinary collecting system of the right kidney.



Рис. 4. Отсроченная экскреторная урограмма в режиме MIP. Косо-фронтальная проекция. Расширенные чашки и мочеточники с обеих сторон, больше справа, пиелозктазия справа. Перегибы мочеточников. Оттеснение правого мочеточника латерально. Сдавление и оттеснение мочевого пузыря влево и каудально. Дистальный отдел правого мочеточника не определяется.

Fig. 4. Delayed excretory urogramm in MIP. Oblique-frontal projection. Enlarged calyces and ureters on both sides, more on the right, pyeloectasia on the right. Kinkings of ureters on both sides. Pushing of the right ureter laterally. Enforcement and pushing the bladder to the left and caudally.

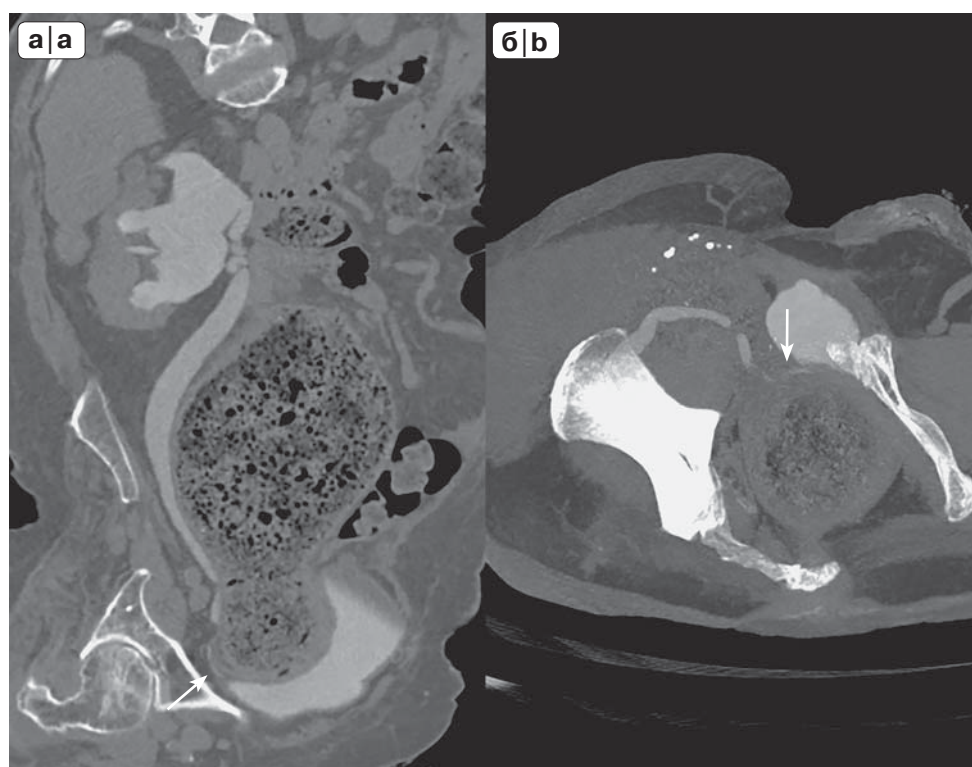
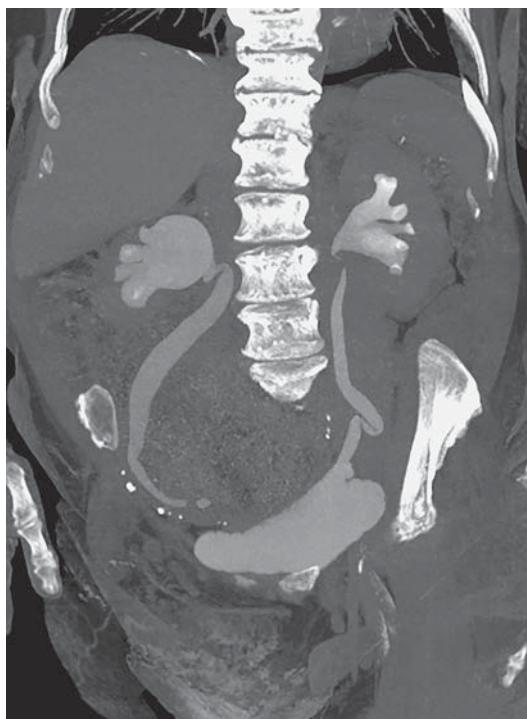
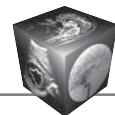


Рис. 5. Отсроченная экскреторная урограмма в режиме MIP. Криволинейные реконструкции по ходу правого мочеточника. а – продольная проекция; б – аксиальная проекция. Выраженное сужение дистального отрезка мочеточника, “припаянного” к стенке прямой кишки с копролитом (стрелки).

Fig. 5. Delayed excretory urogramm in MIP. Curvilinear reconstructions along the right ureter. a – longitudinal projection, b – axial projection. Pronounced narrowing of the distal segment of the ureter, adhered to the wall of the rectum with fecaloma (arrows).



Обсуждение

Существует множество этиологических факторов, приводящих к застою каловых масс, включая погрешности в питании, нарушение обмена веществ, малоподвижный образ жизни, пожилой возраст, травмы спинного мозга, а также различные неврологические состояния. Системные факторы включают баланс между парасимпатической и симпатической нервной системой, модуляцией перистальтики, массовыми движениями и активностью волн сегментации. Все они подобны тем, что вызывают запор. Можно выделить несколько групп причин развития копростазов и как следствие образования копролитов:

1. Образ жизни – низкое потребление клетчатки с пищей, обезвоживание, малоподвижный образ жизни.

2. Анатомические факторы – стриктура прямой кишки, аноректальная атрезия или аноректальный стеноз, мегаколон, анальная трещина или свищ.

3. Механические – сдавление петель кишки извне при патологических процессах органов малого таза, предшествующие хирургические вмешательства в области малого таза.

4. Неврологические заболевания – болезнь Паркинсона, Альцгеймера, деменция, повреждение спинного мозга, церебральный паралич, нарушение психического статуса, диабетическая полинейропатия.

5. Метаболические причины – гипотиреоз, уремия, гиперкальциемия, гипокалиемия, диабет.

6. Прием медикаментов, снижающих моторику толстой кишки, – опиоиды, антихолинергические препараты, антидепрессанты, препараты железа, антигипертензивные препараты.

7. Гормональные факторы – гастрин, вазоактивный кишечный полипептид, холецистокинин, серотонин, отдельные простагландины, эстрогены и тироксин, способствуют повышению подвижности толстой кишки, и наоборот, пролактин, эндорфины, глюкагон и секретин снижают подвижность.

8. Функциональные расстройства – гипочувствительность прямой кишки, диссинергия мышц тазового дна.

9. Коморбидные расстройства – хронический идиопатический запор, инертная толстая кишка.

В зависимости от возраста пациента распространенность причин развития копростазов различна. Так, у детей застой каловых масс чаще развивается на фоне аномалий развития, таких как болезнь Гиршпрунга, неперфорированный анус и клоакальные аномалии, энкопрез. У пожилых людей из-за наличия большого количества различных сопутствующих заболеваний первостепенное значение имеют синильная деменция, па-

тологические процессы с вовлечением спинного мозга и лечение различных патологических состояний с применением медикаментов, угнетающих моторную функцию толстой кишки. Таким образом, пожилые люди (старше 65 лет) ввиду наличия большого количества предрасполагающих факторов более уязвимы к образованию копролитов [2, 3]. Ряд авторов считают, что гормональный дисбаланс в постменопаузе, использование различных диет для похудения делают женщин предрасположенными к образованию копролитов, в других первоисточниках, напротив, отмечено, что матка является “защитным барьером” от сдавления органов малого таза. Существенных различий по полу по данным литературы получено не было [2–4].

В нашем клиническом случае было сочетание нескольких предрасполагающих факторов для развития копролита: болезнь Альцгеймера, которая стала причиной малоподвижного образа жизни, сахарный диабет.

Самыми распространенными местами застоя каловых масс являются сигмовидная кишка и ректосигмоидный переход. В этих отделах ободочная кишка имеет самым малый диаметр и именно здесь большая часть воды из фекалий уже реабсорбирована [5].

Диагноз копростазов основан на тщательном анализе анамнеза, физикальном обследовании и лабораторных показателях в сочетании с данными методов лучевой диагностики. Жалобы пациентов носят неспецифический характер: боль в животе, отсутствие стула более трех дней, тошнота и рвота, вздутие живота. Другим менее распространенным симптомом может быть парадоксальная диарея с недержанием кала [2, 3].

При сборе анамнеза учитывают дату последней дефекации, предыдущие эпизоды копростазов, прием лекарственных препаратов, которые могут замедлить моторику желудочно-кишечного тракта, предыдущие хирургические вмешательства. При осмотре часто определяется вздутие живота с тимпаническим звуком над ним. При пальпации может быть легкая диффузная болезненность. При развитии осложнений, вызванных копролитами, пациенты могут предъявлять жалобы на лихорадку, учащенные пульс и частоту дыхания, которые могут быть обусловлены нестабильностью гемодинамики при перитоните в результате перфорации кишечника. Учащенное мочеиспускание, задержка или недержание мочи присутствуют в жалобах пациентов с механической обструкцией органов мочевого выделения, вызванной копролитом [6]. Следует помнить, что повышенное возбуждение, спутанность сознания и/или вегетативная

**Таблица 1.** Осложнения копростаз**Table 1.** Complications of fecal impaction

Осложнения, связанные с поражением желудочно-кишечного тракта	Осложнения, не связанные с поражением желудочно-кишечного тракта
Перфорация кишки Кишечная непроходимость Изъязвление кишки Кишечная псевдообструкция Колит, вызванный копролитами Свищи (ректовагинальные, сигмоидные и аноректальные) Недержание кала Парадоксальная диарея Периколитические абсцессы Выпадение колостомы Инвагинация Копролиты в составе паховой грыжи Дивертикулит	Обструкция мочевых путей Затрудненные роды Повреждение мочевого пузыря Сдавление сосудистых и нервных структур Септический шок Респираторный дистресс-синдром Отек легких Синдром системной воспалительной реакции Пневмоторакс Абсцесс ягодичной области Интерстициальный нефрит Острый пиелонефрит Хориоамнионит Преждевременные роды со смертью плода Печеночная энцефалопатия Гипотрофия печени и селезенки Сдавление мочевого катетера

дисрефлексия с выраженной гемодинамической нестабильностью могут быть проявлением деменции или психоза у пациентов пожилого возраста, а у детей – взволнованности [7]. В общем анализе крови обнаруживаются лейкоцитоз и анемия, в биохимическом анализе крови – электролитные нарушения, такие как гипонатриемия, гиперкальциемия и гипокалиемия [2].

Ввиду отсутствия специфических клинических симптомов дифференциальную диагностику копростазов следует проводить с целым рядом заболеваний, таких как новообразования толстой кишки, запор, дивертикулит, аппендицит, гастроэнтерит, безоары или инородные тела толстой кишки, воспалительные заболевания кишечника, целиакия, гиперактивный мочевой пузырь/недержание мочи, дисфункция тазового дна, диссинергия мышц тазового дна, энкопрез, новообразования яичников, разрыв кисты яичника и др. [2].

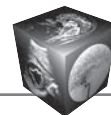
На рентгенограмме органов брюшной полости можно обнаружить расширенные дистальные отделы толстой кишки с неоднородным содержимым, вплоть до включения кальция. Также могут быть выявлены признаки кишечной непроходимости или перфорации толстой кишки, характеризующиеся расширенными петлями тонкой или толстой кишки с горизонтальными уровнями жидкости и воздухом над ними (“чаши Клойбера”), свободным газом в брюшной полости. При исследовании с бариевой взвесью в дистальных отделах толстой кишки обнаруживают округлое неомогенное образование, импрегнированное контрастным

препаратом. При КТ обнаруживается большое количество фекалий в толстой кишке [2].

B.S. Falcón и соавт. провели анализ работ до 2014 г., опубликованных на английском, испанском и французском языках, связанных с развитием осложнений в результате копростазов. Было представлено распределение осложнений в порядке убывания их частоты встречаемости (см. таблицу 1) [3].

Застойные каловые массы не только оказывают компрессионное воздействие на кишечную стенку, но и приводят к повышению внутрипросветного давления (иногда выше 30 мм рт.ст. при норме от 2 до 4 мм рт.ст.) над капиллярной перфузией. В результате этого возникает ишемия участка кишки с локальной воспалительной реакцией и некрозом, в дальнейшем приводящими к изъязвлениям и возможной перфорации [5, 8]. Кроме того, дистальная часть ободочной кишки с противобрыжеечной стороны менее васкулизована, что делает ее более восприимчивой к развитию некрозов под действием копролитов [3, 5].

Длительный контакт перерастянутой прямой кишки с копролитом может вызвать раздражение слизистой оболочки и как следствие увеличение секреции слизистой. Снижение тонуса сфинктеров у пожилых людей и поражение полового нерва в сочетании с усиленной секрецией объясняют анальное недержание и парадоксальную диарею у этой группы пациентов. Более того, ранее перенесенные эвакуации копролитов ручным способом могут способствовать повреждению внутрен-



него анального сфинктера. Анальное недержание является наиболее частым осложнением копростазы и вызывает значительное снижение качества жизни [3].

Воздействие копролитов может приводить к изменению нормального положения и сдавлению окружающих органов и структур. В этой группе осложнений самым часто встречающимся является воздействие на органы мочевого выделения – мочеточники и мочевой пузырь. Основной механизм развития задержки мочи у пациентов с копролитами – это давление перерастянутыми петлями кишки на мочевой пузырь и мочеиспускательный канал. Недержание мочи, более распространенное, чем задержка в гериатрическом возрасте, может быть вызвано гиперактивностью детрузора, переполнением или раздражением мочевого пузыря [9].

Обструктивные уропатии находятся на первом месте в перечне экстракишечных осложнений копролитов. Первый зарегистрированный случай гидроуретеронефроза, вызванного копролитом, был описан в 1954 г. Ney и Нуман. Обструкция мочевых путей может привести к острой почечной недостаточности, инфекции или к их сочетанию. Наиболее распространенным уровнем обструкции является уретра или уретрально-пузырное соединение. Предполагается, что механизм развития затруднения оттока мочи заключается в значительном возвышении дна мочевого пузыря и задней части уретры с последующей обструкцией [1, 10]. Также подъем дна мочевого пузыря может приводить к обструкции одного или обоих устьев мочеточников. Длительно существующие мочевые катетеры являются путями проникновения инфекции, что в сочетании с застоем мочи в результате обструкции становится благоприятной почвой для роста бактерий. После эвакуации копролитов у пациентов наблюдается разрешение признаков острой почечной недостаточности [11], хотя ряд исследований демонстрируют, что при обструкции, которая длится более 2–4 нед, изменения обратимы не полностью. Опубликованы работы, в которых говорится о летальных случаях из-за острой почечной недостаточности и разрыва мочевого пузыря [12–14].

Лечение копростазы и копролитов чаще консервативное. Используют различные слабительные средства, клизмы. Также можно прибегнуть к ручному и/или эндоскопическому способам эвакуации [8, 15]. Хирургическое лечение показано при перфорации кишки и признаках перитонита.

Рецидивы образования копролитов являются распространенным явлением, поэтому крайне важно применение мер профилактики, которые сводятся к нормализации питания, водно-солево-

го баланса, ограничению приема препаратов, способных снижать моторику толстой кишки, и применению слабительных средств [2, 16].

Заключение

Задержка стула часто остается недиагностированным заболеванием, особенно у лиц пожилого возраста. Факторы риска для развития копростазы и копролитов включают малую подвижность пациентов, лекарственную терапию препаратами, угнетающими моторную функцию кишечника, сниженное потребление клетчатки и жидкости, а также функциональные и механические аноректальные расстройства. В клинической картине отсутствуют специфические проявления неосложненного копростазы, что является затруднительным для своевременной и правильной постановки диагноза. Заболевание чаще всего распознается на этапе развития осложнений, которые включают такие неотложные состояния, как кровотечение, изъязвление стенки кишки и перфорация. Обструкция мочевыделительных путей с развитием гидронефроза, обструктивного пиелонефрита, почечной недостаточности является одним из наиболее частых внекишечных осложнений копростазы и копролитов. Лучевые методы диагностики играют ведущую роль в распознавании данных патологических изменений.

Список литературы

1. Rajagopal A., Martin J. Giant fecaloma with idiopathic sigmoid megacolon: report of a case and review of the literature. *Dis. Colon. Rectum*. 2002; 45: 833–835.
2. Hussain Z.H., Whitehead D.A., Lacy B.E. Fecal impaction. *Curr. Gastroenterol. Rep.* 2014; 16: 404–410. <http://doi.org/10.1007/s11894-014-0404-2>.
3. Falcón B.S., López M.B., Muñoz B.M., Sánchez A.Á., Rey E. Fecal impaction: a systematic review of its medical complications. *BMC Geriatrics*. 2016; 16: 4–11.
4. Iwata Y., Kunishi Y., Yoshie K. Obstructive uropathy caused by chronic constipation. *Intern. Med.* 2015; 54: 1043–1047. <http://doi.org/10.2169/internalmedicine.54.3551>.
5. Narang A., Mittal S., Garg P., Aggarwal S., Singh J., Kaushik K., Verma S. Rectal perforation by impacted fecaloma – new mechanism proposed. *Indian J. Gastroenterol.* 2013; 32 (6): 417–418. <http://doi.org/10.1007/s12664-012-0280-3>.
6. McWilliams W.A., Khauli R.B., Zein T.A. Ureteral obstruction due to massive fecal impaction. *South Med. J.* 1984; 77: 275–276.
7. Arana-Arri E., Cortés H., Cabriada V., Lekerika N., García-Verdugo A., Shengelia-Shapiro L. Giant faecaloma causing perforation of the rectum presented as a subcutaneous emphysema, pneumoperitoneum and pneumomediastinum: a case report. *Eur. J. Emerg. Med.* 2007; 14 (6): 351–353. <http://doi.org/10.1097/MEJ.0b013e3282004952>.
8. Serpell J.W., Nicholls R.J. Stercoral perforation of the colon. *Br. J. Surg.* 1990; 77 (12): 1325–1329.



9. Milsom I., Coyne K.S., Nicholson S., Kvasz M., Chen C.I., Wein A.J. Global prevalence and economic burden of urgency urinary incontinence: a systematic review. *Eur. Urol.* 2014; 65 (1): 79–95. <http://doi.org/10.1016/j.eururo.2013.08.031>.
10. Nelson R.P., Brugh R. Bilateral ureteral obstruction secondary to massive fecal impaction. *Urology.* 1980; 16: 403–406.
11. Давидов М.И. Гигантский копролит, осложненный острой задержкой мочеиспускания, гидронефрозом и острым обструктивным пиелонефритом. *Урология.* 2016; 2: 109–111.
12. Chute D.J., Cox J., Archer M.E., Bready R.J., Reiber K. Spontaneous rupture of urinary bladder associated with massive fecal impaction (fecaloma). *Am. J. Forensic Med. Pathol.* 2009; 30: 280–283. <http://doi.org/10.1097/PAF.0b013e318187e085>.
13. Gonzalez F. Obstructive uropathy caused by fecal impaction: report of 2 cases and discussion. *Am. J. Hosp. Palliat. Care.* 2010; 27: 557–559. <http://doi.org/10.1177/1049909110367784>.
14. Robbins W.C., Kaufman L., Rolfes S. Acute renal failure secondary to fecal impaction. *Ala Med.* 1991; 60: 20–21.
15. Obokhare I. Fecal impaction: a cause for concern? *Clin. Colon Rectal. Surg.* 2012; 25 (1): 53–58. <http://doi.org/10.1055/s-0032-1301760>.
16. Araghizadeh F. Fecal impaction. *Clin. Colon. Rectal Surg.* 2005; 18 (2): 116–119. <http://doi.org/10.1055/s-2005-870893>.
5. Narang A., Mittal S., Garg P., Aggarwal S., Singh J., Kaushik K., Verma S. Rectal perforation by impacted fecaloma – new mechanism proposed. *Indian J. Gastroenterol.* 2013; 32 (6): 417–418. <http://doi.org/10.1007/s12664-012-0280-3>.
6. McWilliams W.A., Khauli R.B., Zein T.A. Ureteral obstruction due to massive fecal impaction. *South Med. J.* 1984; 77: 275–276.
7. Arana-Arri E., Cortés H., Cabriada V., Lekerika N., García-Verdugo A., Shengelia-Shapiro L. Giant faecaloma causing perforation of the rectum presented as a subcutaneous emphysema, pneumoperitoneum and pneumomediastinum: a case report. *Eur. J. Emerg. Med.* 2007; 14 (6): 351–353. <http://doi.org/10.1097/MEJ.0b013e318282004952>.
8. Serpell J.W., Nicholls R.J. Stercoral perforation of the colon. *Br. J. Surg.* 1990; 77 (12): 1325–1329.
9. Milsom I., Coyne K.S., Nicholson S., Kvasz M., Chen C.I., Wein A.J. Global prevalence and economic burden of urgency urinary incontinence: a systematic review. *Eur. Urol.* 2014; 65 (1): 79–95. <http://doi.org/10.1016/j.eururo.2013.08.031>.
10. Nelson R.P., Brugh R. Bilateral ureteral obstruction secondary to massive fecal impaction. *Urology.* 1980; 16: 403–406.
11. Davidov M.I. Giant coprolite complicated by acute urinary retention, hydronephrosis and acute obstructive pyelonephritis. *Urology.* 2016; 2: 109–111. (In Russian)
12. Chute D.J., Cox J., Archer M.E., Bready R.J., Reiber K. Spontaneous rupture of urinary bladder associated with massive fecal impaction (fecaloma). *Am. J. Forensic Med. Pathol.* 2009; 30: 280–283. <http://doi.org/10.1097/PAF.0b013e318187e085>.
13. Gonzalez F. Obstructive uropathy caused by fecal impaction: report of 2 cases and discussion. *Am. J. Hosp. Palliat. Care.* 2010; 27: 557–559. <http://doi.org/10.1177/1049909110367784>.
14. Robbins W.C., Kaufman L., Rolfes S. Acute renal failure secondary to fecal impaction. *Ala Med.* 1991; 60: 20–21.
15. Obokhare I. Fecal impaction: a cause for concern? *Clin. Colon Rectal. Surg.* 2012; 25 (1): 53–58. <http://doi.org/10.1055/s-0032-1301760>.
16. Araghizadeh F. Fecal impaction. *Clin. Colon. Rectal Surg.* 2005; 18 (2): 116–119. <http://doi.org/10.1055/s-2005-870893>.

References

1. Rajagopal A., Martin J. Giant fecaloma with idiopathic sigmoid megacolon: report of a case and review of the literature. *Dis. Colon. Rectum.* 2002; 45: 833–835.
2. Hussain Z.H., Whitehead D.A., Lacy B.E. Fecal impaction. *Curr. Gastroenterol. Rep.* 2014; 16: 404–410. <http://doi.org/10.1007/s11894-014-0404-2>.
3. Falcón B.S., López M.B., Muñoz B.M., Sánchez A.Á., Rey E. Fecal impaction: a systematic review of its medical complications. *BMC Geriatrics.* 2016; 16: 4–11.
4. Iwata Y., Kunishi Y., Yoshie K. Obstructive uropathy caused by chronic constipation. *Intern. Med.* 2015; 54: 1043–1047. <http://doi.org/10.2169/internalmedicine.54.3551>.

Для корреспонденции*: Юматова Елена Анатольевна – 117997 Москва, ул. Островитянова, 1. РНИМУ имени И.Н. Пирогова. Тел.: +7-903-779-43-83. E-mail: yumatova_ea@mail.ru

Юдин Андрей Леонидович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и терапии МБФ ФГБОУ ВО РНИМУ имени И.Н. Пирогова Минздрава России, Москва.

Юматова Елена Анатольевна – канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и терапии МБФ ФГБОУ ВО РНИМУ имени И.Н. Пирогова Минздрава России, Москва.

Марина Евгения Александровна – старший лаборант кафедры лучевой диагностики и терапии МБФ ФГБОУ ВО РНИМУ имени И.Н. Пирогова Минздрава России, Москва.

Рудая Анна Ивановна – заведующая отделением рентгенологической диагностики ГБУЗ ГП № 201 ДЗМ, Москва.

Contact*: Elena A. Yumatova – Ostrovityanov str., 1, 117997 Moscow, Russia. Phone: +7-903-779-43-83. E-mail: yumatova_ea@mail.ru

Andrey L. Yudin – doct. of med. sci., Professor, Head of radiology department, Pirogov Russian national research medical university, Moscow.

Elena A. Yumatova – cand. of med. sci., associate Professor, radiology department, Pirogov Russian national research medical university, Moscow.

Evgeniya A. Marina – senior assistant, radiology department, Pirogov Russian national research medical university, Moscow.

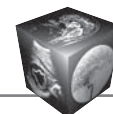
Anna I. Rudaya – Head of radiology department, City ambulance station № 201 of Moscow healthcare department, Moscow.

Поступила в редакцию 29.03.2019.

Принята к печати 03.04.2019.

Received on 29.03.2019.

Accepted for publication on 03.04.2019.



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-71-75

Гигантский каловый камень слепого участка толстой кишки (клиническое наблюдение)

Литвиненко И.В.¹, Пронькина Е.В.², Ростовцев М.В.¹,
Нуднов Н.В.^{3*}, Годжелло М.А.¹

¹ ГБУЗ "Городская клиническая больница имени М.Е. Жадкевича (ГКБ № 71)", Москва, Россия

² ФГБУ "Поликлиника №1" Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

³ ФГБУ "Российский научный центр рентгенодиагностики" Минздрава России, Москва, Россия

Giant fecal calculus of the proximal colon. Clinical observation

Litvinenko I.V.¹, Pronkina E.V.², Rostovtsev M.V.¹, Nudnov N.V.^{3*}, Godzhello M.A.¹

¹ City clinical hospital them M.E. Zhadkevich, Moscow, Russia

² FSBI polyclinic №1 of the office of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

³ Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

Каловые камни представляют собой скопление твердых фекалий, чаще всего в дистальных отделах толстой кишки. Формирование каловых камней встречается у людей с повреждением вегетативной нервной системы (болезнь Шагаса или Гиршпрунга), у пожилых пациентов, а также у страдающих длительными запорами. Симптомы данного заболевания обычно неспецифичны (дискомфорт в области живота, запоры, сменяющиеся резкой диареей, потеря массы тела). При клиническом обследовании у таких больных можно заподозрить опухолевое образование. Для диагностики используют колоноскопию, рентгенологические методы (ирригоскопию, рентгенографию брюшной полости, КТ, МРТ). Возникновение каловых конкрементов может привести к следующим осложнениям: кишечной непроходимости, пролежням в области прилегания камня, язвам, кровотечениям, перфорации, каловому перитониту, опухолевому поражению в стенке кишки. Лечение данного заболевания чаще консервативное, в осложненных случаях – оперативное вмешательство.

Представляем редкий случай кишечной непроходимости у 85-летнего мужчины с колостомой, вызванной обструкцией гигантским каловым конкрементом в нетипичном месте (проксимальный отдел толстой кишки), со стертой клинической картиной и трудностями диагностики.

Ключевые слова: каловый конкремент, копролит, кишечная непроходимость, образование толстой кишки, спайки, КТ, УЗИ, лапаротомия.

Ссылка для цитирования: Литвиненко И.В., Пронькина Е.В., Ростовцев М.В., Нуднов Н.В., Годжелло М.А. Гигантский каловый камень слепого участка толстой

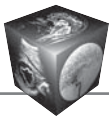
кишки (клиническое наблюдение). *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 71–75.
DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-71-75.

Fecal stones are a collection of solid feces, most often in the distal colon. The formation of fecal stones occurs in people with damage to the autonomic nervous system (Chagas or Hirschsprung's disease), elderly patients suffering from prolonged constipation. Symptoms of coprolites are usually not specific (discomfort in the abdomen, constipation followed by severe diarrhea, weight loss). At clinical examination it is possible to suspect tumor formation. In diagnosis using a colonoscopy, X-ray methods (irrigoscopy, radiography of the abdomen, CT, MRI). The occurrence of fecal concretions can lead to complications such as intestinal obstruction, bedsores in the area of the fit of the stone, ulcers, bleeding, perforation, fecal peritonitis, the formation of a tumor process in the intestinal wall. Treatment is often conservative, in complicated cases surgery.

Present a rare case of intestinal obstruction in an 85-year-old male with colostoma caused by obstruction by a giant fecal calculus in an atypical location (proximal colon), with an erased clinical picture and diagnostic difficulties.

Key words: fecal calculus, coprolite, intestinal obstruction, colon formation, adhesions, CT, ultrasound, laparotomy.

Recommended citation: Litvinenko I.V., Pronkina E.V., Rostovtsev M.V., Nudnov N.V., Godzhello M.A. Giant fecal calculus of the proximal colon. Clinical observation. *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 71–75.
DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-71-75.



Введение

Каловые камни (копролиты, каловые конкременты) – это плотные образования, формирующиеся из фекалий в просвете толстой кишки. Процессу их развития сопутствует слабая перистальтика кишечника, хронические, длительно текущие заболевания пищеварительного тракта, послеоперационные осложнения на органах брюшной полости, пожилой возраст [1–4].

Крупные каловые конкременты встречаются довольно редко. В литературе описано несколько десятков подобных случаев [4–6]. Первое наблюдение обструкции каловым конкрементом было опубликовано в 1967 г. [3, 7]. Иногда копролиты определяются только после достижения больших размеров и развития осложнений. Позднее диагностирование связано с вялой клинической картиной и порой бессимптомным течением заболевания [5, 8, 9].

Крупные камни провоцируют кишечную непроходимость вплоть до перфорации и развития калового перитонита [6, 10, 11].

Копролиты больших размеров можно заподозрить при глубокой пальпации живота, но их часто путают с опухолевыми образованиями. При расположении камня в сигмовидной кишке используют пальцевое исследование, ректороманоскопию, ирригоскопию [1, 8, 9]. Ирригоскопия позволяет обнаружить образование в толстом отделе кишечника, но дифференцировать его от неопластического процесса не представляется возможным. При рентгеноскопии/рентгенографии виден дефект наполнения кишки барием. Заподозрить камень позволяет распределение бария между образованием и стенками кишки [3, 12].

Наиболее точной диагноз позволяет установить колоноскопия. Она дает лучшую визуализацию образования, а также при необходимости можно взять биопсию прилегающей стенки кишечника [1].

В сложных случаях применяют КТ и МРТ. КТ – метод выбора при возникновении кишечной непроходимости, так как позволяет не только охарактеризовать процесс, но и визуализировать возможные осложнения: ишемию стенки кишечника, тромбоз глубоких вен и дилатацию толстой кишки, перфорацию, обструкцию мочевых путей и др. [4, 5].

Чаще всего лечение каловых конкрементов консервативное (диета, слабительные средства, эндоскопическое извлечение). В осложненных случаях прибегают к хирургическим мерам разрешения тех или иных последствий калового затора [1, 6].

Представляем достаточно редкое клиническое наблюдение выявления гигантского калового конкремента в проксимальных отделах толстой кишки

(слепая кишка) у пациента с колостомой в правой подвздошной области.

Пациент Б., 85 лет, поступил 09.12.2018 в крайне тяжелом состоянии. Контакт затруднен – медицинская седация. Со слов бригады скорой медицинской помощи и медицинской документации получены следующие сведения: ухудшение наступило за 2 ч до госпитализации, когда стал вести себя неадекватно, появились одышка, дистанционные хрипы, стал хвататься руками за грудную клетку, что расценено родственниками как загрудинные боли. Вызвана бригада скорой медицинской помощи. При регистрации ЭКГ выявлены внутрижелудочковые блокады, острой очаговой патологии не обнаружено. Доставлен в ПРИТ ОССП ГКБ имени М.Е. Жадкевича.

В анамнезе – колостома более 10 лет, причина установки ее неизвестна.

Предварительно был поставлен диагноз: основной: ИБС. Острый коронарный синдром без подъема сегмента ST. Постинфарктный (неизвестной давности) кардиосклероз. Фон: гипертоническая болезнь III стадии, риск 4. Осложнения: недостаточность кровообращения 2А (NYHA II ФК). АВ-блокада I ст. БПВЛНПГ. БПНПГ. Отек легких от 09.12.2018. Сопутствующие: ЦВБ, дисциркуляторная энцефалопатия.

Больной был осмотрен хирургом. При пальпации в области мезогастрия и в левом подреберье определялось большого размера, каменистой плотности опухолевидное образование. Колостома функционирует. В общем анализе крови лейкоцитоз – 25,8. Был заподозрен канцероматоз. Назначено дообследование.

На обзорной рентгенограмме органов брюшной полости свободного газа, симптома арок не определяется. Единичный горизонтальный уровень в правых отделах кишечника (рис. 1).



Рис. 1. Обзорная рентгенография брюшной полости. Латеропозиция.

Fig. 1. Overview radiography of the abdominal cavity. Lateral position.

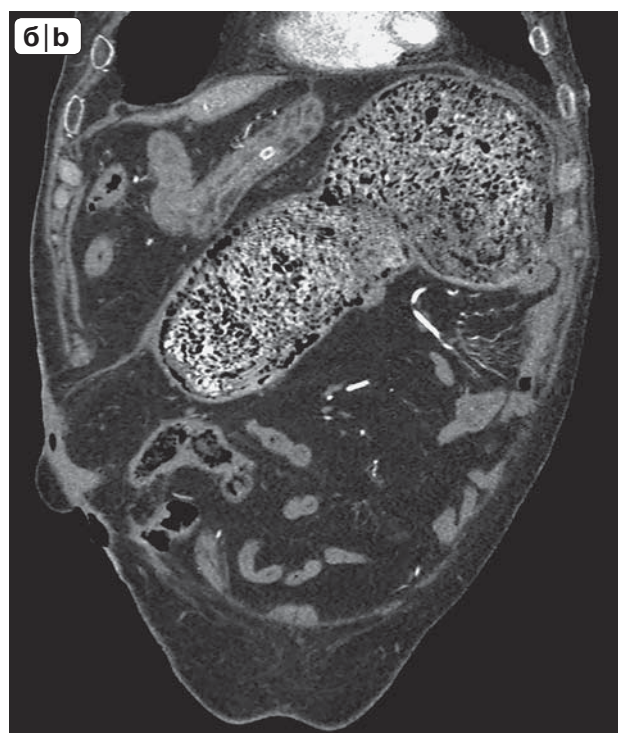
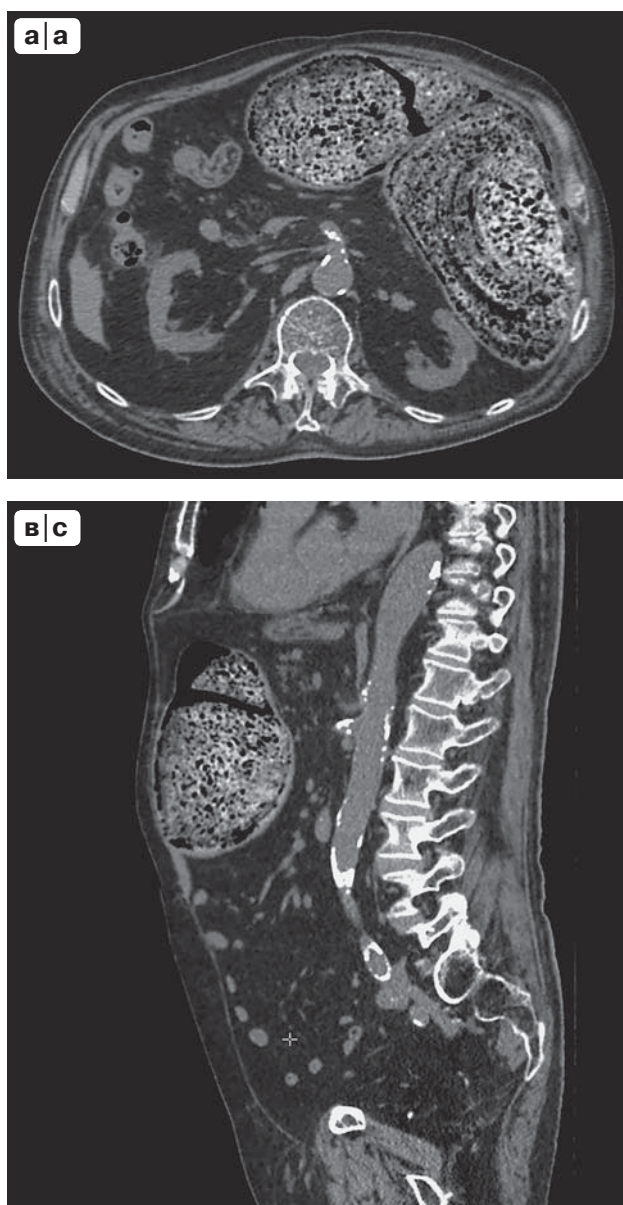


Рис. 2. Компьютерные томограммы органов брюшной полости. В верхних отделах брюшной полости большое тонкостенное образование неправильной продолговатой формы с неоднородной губчатой внутренней структурой (содержащее пузырьки газа), подходящее к выведенной колостоме. а – аксиальная проекция; б – коронарная проекция; в – сагиттальная проекция.

Fig. 2. Computed tomography of the abdominal cavity. In the upper abdominal cavity there is a large thin-walled formation of an irregular oblong shape with an inhomogeneous spongy internal structure (containing gas bubbles), suitable for the removed colostomy. a – axial projection; b – coronary projection; c – sagittal projection.

При УЗИ обнаружены диффузные изменения печени, правой почки. Визуализация крайне затруднена из-за пневматоза кишечника, тяжести состояния пациента.

Выполнена КТ органов брюшной полости. Результаты обследования: в верхнем этаже брюшной полости визуализируется большое тонкостенное образование неправильной продолговатой формы с неоднородной губчатой внутренней структурой (содержащее пузырьки газа) размерами до 98 x 278 мм, прилежащее к колостоме, без признаков контрастного усиления. Незначительное количество жидкости в брюшной полости. Колостома. Заключение МСКТ: дополнительное образование брюшной полости (инородное тело?) (рис. 2).

На 4-е сутки выполнена лапаротомия. Рассечение спаек. Ревизия органов брюшной полости. Колотомия.

Извлечение гигантского калового камня из слепого участка толстой кишки (рис. 3). На операции: множество плоскостных спаек, по разделению которых в верхнем этаже брюшной полости определялось объемное образование плотной консистенции, продолговатой формы. Выполнено дальнейшее разделение спаек, в результате чего выявлено, что данным образованием является чрезмерно переполненная каловыми камнями культя (слепой отрезок) толстой кишки диаметром до 15 см, дистально слепо заканчивающаяся в левом латеральном канале, проксимально подходит к области стомы в правой подвздошной области. Интраоперационный диагноз: гигантский каловый камень слепого участка толстой кишки.

Пациент выписан 10.01.2019 в удовлетворительном состоянии.

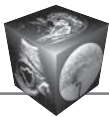


Рис. 3. Постооперационный материал. а – твердые каловые массы после колостомии; б – отмытые копролиты.

Fig. 3. Postoperative material. a – solid fecal mass after colostomy; b – washed coprolites.

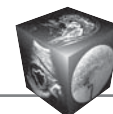
Заключение

В нашем случае причиной возникновения огромного калового конкремента и в последующем кишечной непроходимости послужило оперативное вмешательство на органах брюшной полости. Пациенту была выведена колостома с сохранением слепозаканчивающейся культи в левом латеральном канале. Гигантский каловый камень формировался длительное время (более 10 лет). Традиционное рентгенологическое исследование и УЗИ не позволили получить необходимую диагностическую информацию. При КТ образование в левой половине живота было обнаружено, но точно установить его природу не удалось.

Копролиты редко вызывают осложнения и чаще всего лечатся консервативно. Принимая во внимание гигантские размеры образования и тяжесть состояния пациента, оперативное вмешательство было неизбежным. В дифференциальной диагностике патологических изменений у пациентов с осложненным анамнезом после наложения колостомы необходимо учитывать возможность возникновения калового конкремента.

Список литературы

1. Филипп Р. Колоректальная хирургия: Руководство: Пер. с англ. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 500 с.
2. Раповка В.Г., Пономарев А.Ф., Гаврина С.Е., Денисенко Л.С., Рогаткина Е.С., Шкуратова О.К., Иванов С.П., Соболевская О.А. О некоторых компенсаторных особенностях толстого кишечника. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2014; 1: 97–98.
3. Abella M.E., Fernández A.T. Large fecalomas. *Dis. Colon Rectum*. 1967; 10: 401. <http://doi.org/10.1007/BF02617028>.
4. Бельняк О.И., Юдин А.Л. Варианты компьютерно-томографической картины госсипиомы. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2012; 6 (3): 13–18.
5. Григорьев Е.Г., Фролова И.Г., Родионов Е.О. Подозрение на опухоль: МРТ в наблюдении редкого случая калового конкремента прямой кишки. *REJR*. 2018; 8 (2): 255–260. <http://doi.org/10.21569/2222-7415-2018-8-2-255-260>.
6. Тарасенко С.В., Натальский А.А., Песков О.Д., Кочуков В.П., Шавловская С.А. Клиническое наблюдение перфорации нисходящего отдела ободочной кишки каловым камнем. *Хирургическая практика*. 2017; 4: 13–15.
7. Currò G., Lazzara C., Latteri S., Bartolotta M., Navarra G. Supergiant fecaloma as manifestation of chronic constipation. *G. Chir.* 2017; 38 (1): 53–54. <http://doi.org/10.11138/GCHIR/2017.38.1.053>.
8. Yucel A.F., Akdogan R.A., Gucer H. A giant abdominal mass: fecaloma. *Clin. Gastroenterol. Hepatol.* 2012; 10 (2): 9–10. <http://doi.org/10.1016/j.cgh.2011.06.030>.



9. Ansari J.A., Anwar S., Musleh M. Fecaloma Resulting in Bowel Obstruction and Death: Case Report and Review of Literature. *Austin J. Clin. Case Rep.* 2017; 4 (2): 1116.
10. Алиев С.А., Алиев Э.С. Послеоперационные внутрибрюшные осложнения в хирургии рака ободочной кишки, осложненного кишечной непроходимостью и перфорацией опухоли. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 2015; 5: 98–104.
11. Attila T., Kabaoglu B., Koymen T., Unal Kabaoglu Z. Fecalith Causing Mechanical Bowel Obstruction Managed with Intracorporeal Lithotripsy. *ACG Case Rep J.* 2016; 3 (3): 156–157. <http://doi.org/10.14309/crj.2016.34>.
12. Falcón B.S., López M.B., Muñoz B.M., Sánchez A.Á., Rey E. Fecal impaction: a systematic review of its medical complications. *BMC Geriatr.* 2016; 16: 4. <http://doi.org/10.1186/s12877-015-0162-5>.
5. Grigoriev E.G., Frolova I.G., Rodionov E.O. Suspicion of tumor: MRI in the observation of a rare case of fecal concretion of the rectum. *REJR.* 2018; 8 (2): 255–260. <http://doi.org/10.21569/2222-7415-2018-8-2-255-260>. (In Russian)
6. Tarasenko S.V., Natal A.A., Sands D.O., Kochukov V.P., Shablovskaya S.A. Clinical observation of perforation of the descending part of the colon fecal stone. *Surgical Practice.* 2017; 4: 13–15. (In Russian)
7. Currò G., Lazzara C., Latteri S., Bartolotta M., Navarra G. Supergiant fecaloma as manifestation of chronic constipation. *G. Chir.* 2017; 38 (1): 53–54. <http://doi.org/10.11138/GCHIR/2017.38.1.053>.
8. Yucel A.F., Akdogan R.A., Gucer H. A giant abdominal mass: fecaloma. *Clin. Gastroenterol. Hepatol.* 2012; 10 (2): 9–10. <http://doi.org/10.1016/j.cgh.2011.06.030>.
9. Ansari J.A., Anwar S., Musleh M. Fecaloma Resulting in Bowel Obstruction and Death: Case Report and Review of Literature. *Austin J. Clin. Case Rep.* 2017; 4 (2): 1116.
10. Aliyev S.A., Aliyev E.S. Postoperative intraperitoneal complications of colon cancer surgery complicated by intestinal obstruction and tumor perforation. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova.* 2015; 5: 98–104. (In Russian)
11. Attila T., Kabaoglu B., Koymen T., Unal Kabaoglu Z. Fecalith Causing Mechanical Bowel Obstruction Managed with Intracorporeal Lithotripsy. *ACG Case Rep J.* 2016; 3 (3): 156–157. <http://doi.org/10.14309/crj.2016.34>.
12. Falcón B.S., López M.B., Muñoz B.M., Sánchez A.Á., Rey E. Fecal impaction: a systematic review of its medical complications. *BMC Geriatr.* 2016; 16: 4. <http://doi.org/10.1186/s12877-015-0162-5>.

References

1. Philips R. Colorectal surgery: a guide. Per. with English. M.: GEOTAR-Media, 2008. 500 p. (In Russian)
2. Rapovce V.G., Ponomarev A.F., Gavrila S.E., Denisenko L.S., Rogatkin E.S., Shkuratov, O.K., Ivanov S.P., Sobolevskaya O.A. About some compensatory features of the large intestine. *Pacific Medical Journal.* 2014; 1: 97–98. (In Russian)
3. Abella M.E., Fernández A.T. Large fecalomas. *Dis. Colon Rectum.* 1967; 10: 401. <http://doi.org/10.1007/BF02617028>.
4. Belenkaya O.I., Yudin A.L. Variants computed tomography pattern gossypiboma. *Diagnostic and Interventional Radiology.* 2012; 6 (3): 13–18. (In Russian)

Для корреспонденции*: Нуднов Николай Васильевич – 117997 Москва, Профсоюзная ул., д. 86. Российский научный центр рентгенодиагностики Минздрава России. Тел.: 8-985-224-04-68. E-mail: nudnov@rncrr.ru

Литвиненко Ия Владимировна – канд. мед. наук, врач-рентгенолог Городской клинической больницы имени М.Е. Жадкевича (ГКБ № 71), Москва.

Пронькина Елена Владимировна – врач-рентгенолог ФГБУ “Поликлиника №1” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва.

Ростовцев Михаил Владиславович – доктор мед. наук, заведующий рентгенологическим отделением Городской клинической больницы имени М.Е. Жадкевича (ГКБ № 71), Москва.

Нуднов Николай Васильевич – доктор мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” Минздрава России, Москва.

Годжелло Михаил Андреевич – канд. мед. наук, заведующий хирургическим отделением Городской клинической больницы имени М.Е. Жадкевича (ГКБ № 71), Москва.

Contact*: Nikolay V. Nudnov – 117997 Moscow, Profsoyuznaya str., 86. Russian Scientific Center of Roentgenoradiology. Phone: +7-985-224-04-68. E-mail: nudnov@rncrr.ru

Iya V. Litvinenko – cand. of med. sci., radiologist of the City clinical hospital them M.E. Zhadkevich (GKB № 71), Moscow.

Elena V. Pronkina – radiologist of FSBI polyclinic №1 of the office of the President of the Russian Federation), Moscow.

Mikhail V. Rostovtsev – doct. of med. sci., Head of the x-ray of the City clinical hospital them M. E. Zhadkevich (GKB № 71), Moscow.

Nikolay V. Nudnov – doct. of med. sci., Professor of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow.

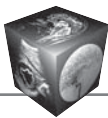
Michael A. Godzhello – cand. of med. sci., Head of surgical Department City clinical hospital them M. E. Zhadkevich (GKB № 71), Moscow.

Поступила в редакцию 20.02.2019.

Принята к печати 15.03.2019.

Received on 20.02.2019.

Accepted for publication on 15.03.2019.



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-76-81

Способы диагностики сосудисто-лоханочно-мочеточникового конфликта с помощью компьютерной томографии (клинические наблюдения)

Зельтер П.М.^{1*}, Колсанов А.В.¹, Соловов Д.В.¹, Капишников А.В.¹, Пекшева М.С.²

¹ ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Россия

² СПб ГБУЗ «Городская больница Святой преподобномученицы Елизаветы», Санкт-Петербург, Россия

The use of CT in diagnostics of vascular-ureteral conflict (clinical observations)

Zelter P.M.^{1*}, Kolsanov A.V.¹, Solovov D.V.¹, Kapishnikov A.V.¹, Peksheva M.S.²

¹ Samara State Medical University, Samara, Russia

² Saint-Petersburg St.Elisabeth state hospital, Saint-Petersburg, Russia

Цель исследования: изучить различные способы диагностики сосудисто-лоханочно-мочеточникового конфликта при помощи КТ и их возможность для применения в клинической практике.

Материал и методы. Изучены методики сплит-болюсного контрастирования, компьютерной обработки и последующего трехмерного (3D) моделирования для совмещения фаз болюсного исследования, приведены данные трех пациентов.

Результаты. Сплит-болюсное контрастирование позволило на одной серии изображений оценить соотношение чашечно-лоханочной системы и артерий, но методика такого исследования не является четко определенной, зависит от учреждения и от состояния пациента. 3D-моделирование является более универсальной методикой, представляет собой автоматическую постпроцессинговую обработку стандартного исследования мочевыводящей системы.

Заключение. Применение обеих методик позволяет достоверно визуализировать компрессию чашечно-лоханочной системы и мочеточника аномальными сосудами, исключить иные признаки гидронефроза.

Ключевые слова: компьютерная томография, гидронефроз, 3D-моделирование, сплит-болюс.

Ссылка для цитирования: Зельтер П.М., Колсанов А.В., Соловов Д.В., Капишников А.В., Пекшева М.С. Способы диагностики сосудисто-лоханочно-мочеточникового конфликта с помощью компьютерной томографии (собственные наблюдения из практики). *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 76–81. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-76-81.

Purpose. To study various ways of diagnosing a vascular-pelvic-ureteral conflict using CT and the ability to use it in routine work.

Materials and methods. Split-bolus contrast-enhanced CT, and computer processing and subsequent three-dimensional modeling have been studied, data from three patients are presented.

Results. Split-bolus contrasting allowed to estimate the ratio of the renal pelvis system and arteries in one series of images, but the methodology of this study is not specific, depends on the institution and on the patient's condition. Three-dimensional modeling is a more universal technique; it is postprocessing of standard urinary tract examination.

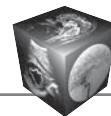
Findings. The use of both techniques allows to reliably visualize the compression of collecting system and ureter by abnormal vessels, and to eliminate other signs of hydronephrosis.

Key words: computed tomography, hydronephrosis, 3D modeling, split-bolus contrast-enhancement.

Recommended citation: Zelter P.M., Kolsanov A.V., Solovov D.V., Kapishnikov A.V., Peksheva M.S. The use of CT in diagnostics of vascular-ureteral conflict (clinical observations). *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 76–81. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-76-81.

Введение

Гидронефроз – расширение чашечно-лоханочной системы (ЧЛС) почки любой этиологии. Гидронефроз является актуальной проблемой



современной урологии, требующей взвешенного подхода в диагностической тактике ввиду вариабельности причин, его вызвавших [1]. Причинами гидронефроза могут являться в том числе и “добавочные” сосуды, высокое отхождение мочеточника, нефроптоз, мочекаменная болезнь, воспаление или увеличение забрюшинных лимфатических узлов, опухоль толстой кишки, опухоль лоханки, аневризма аорты и т.д. Тактически целесообразно рассматривать гидронефроз как осложнение конкретного заболевания. Широкое распространение компьютерной томографии (КТ) позволило оптимизировать диагностическую тактику в ведении сложных пациентов с неустановленной причиной расширения ЧЛС [2].

Сосудисто-лоханочно-мочеточниковый конфликт (СЛМК) – состояние, при котором отмечается близкое расположение элементов ЧЛС и почечных сосудов и которое приводит к гидронефрозу или гидрокаликозу [3]. К сожалению, анализ статистики различных причин гидронефроза и распространенности СЛМК в Российской Федерации не ведется, и сказать достоверно, у скольких людей обструкция мочеточника вызвана именно конфликтами, не представляется возможным. Тем не менее установлено, что значительную часть причин гидронефрозов и гидрокаликозов (до 30%) составляют конфликты между стенками ЧЛС и почечными сосудами [4]. Конфликт может происходить на разных уровнях: шейки чашечки, лоханки или мочеточника.

Аномальные артерии, которые могут вызывать обструкцию мочевых путей, имеют различное происхождение: отходящие от магистральной почечной артерии к полюсам или отдельные стволы. Было установлено, что аномальные почечные артерии встречаются у 20–35% людей. Такие артерии отходят от аорты, *art. suprarenalis*, *iliaca communis*, *ilaca externa et interna*, *art. sacralis media*, *phrenica*, *mesenterica inferior*, *hepatica dextra* и т.д. У 8% людей наблюдается рассыпной тип строения почечной артерии, при котором разделение происходит в непосредственной близости от аорты [5].

Не любая сосудистая аномалия вызывает нарушение оттока мочи. Наиболее часто ситуация подчиняется так называемому закону Екегорна: механическое препятствие для оттока мочи и развитие гидронефроза происходит в том случае, если аномальный сосуд проходит позади мочеточника (лоханки) и направляется к передней поверхности или наоборот, т.е. происходит перекрест. Также мочеточник или шейка чашечки может оказаться в сосудистом “пинцете” из артерий, артерии и вены или двух вен, чаще варикозно измененных [6].

Цель исследования

Проанализировать результаты использования двух методик КТ: сплит-болюсного введения контрастного вещества и виртуального 3D-моделирования с помощью сегментации при диагностике возможного уретеровазального конфликта.

Материал и методы

Были проанализированы данные исследований трех пациентов с неустановленной причиной расширения ЧЛС. Всем пациентам проводилась КТ с болюсным контрастированием, у двоих из них методика была модифицирована для получения смешанной фазы.

Сплит-болюс, или раздельное болюсное введение контрастного вещества, – методика, при которой пациенту вводят контрастное вещество за несколько минут до выполнения артериальной и венозной фаз. Существует несколько модификаций сплит-болюсного исследования: L.C. Chow и соавт. [7] использовали следующую методику: после нативного сканирования 40 мл контрастного вещества вводилось через шприц-инжектор со скоростью 2 мл/с, затем через 4 мин вводилось еще 80 мл с той же скоростью и через 120 с выполнялась совмещенная нефрографическая и выделительная фазы. Такая методика оказалась высокоэффективной в выявлении уротелиальных опухолей и почечно-клеточного рака. Для оценки сосудистой анатомии B. Sauer и соавт. [8] рекомендовали следующий подход: нативное исследование, затем введение 60 мл контрастного вещества вручную с последующим введением 20 мг фуроцемида. Артериальная и венозная фазы выполнялись через 10 мин с введением контрастного вещества (объем его не оговаривается) с помощью шприца-инжектора. Подобная методика позволяла с высокой точностью, подтвержденной интраоперационно, определять аномалии как артериальной, так и венозной анатомии.

Результаты

В качестве основы для сплит-болюсного контрастирования мы взяли методику B. Sauer и соавт., но без введения фуроцемида. Объем введенного до болюсного исследования контрастного вещества был сокращен до 20 мл. Такой объем был подобран эмпирически и, учитывая большую длительность ожидания фактически выделительной фазы, на наш взгляд, является достаточным. Приведем несколько клинических примеров.

Клинический пример 1

Пациент А., 19 лет, из анамнеза известно, что гидронефроз был выявлен несколько лет назад при

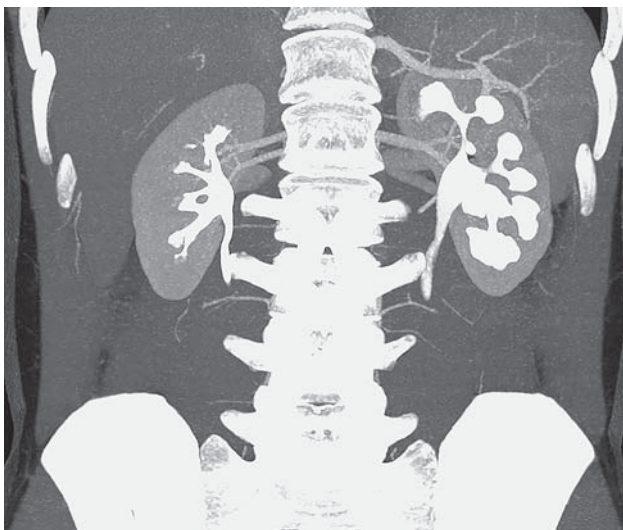
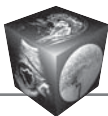


Рис. 1. КТ, артериальная фаза, корональная реконструкция, режим MIP. Справа отмечается удвоение почечной артерии.

Fig. 1. CT, arterial phase, coronal reconstruction, MIP mode. On the right there is a doubling of the renal artery.

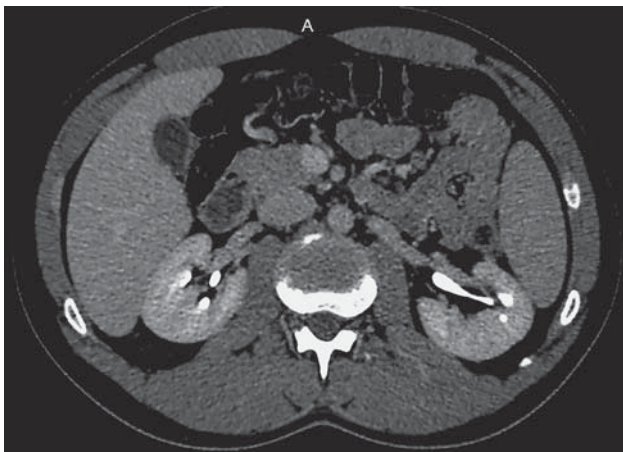


Рис. 2. КТ, венозная фаза, аксиальная плоскость. С обеих сторон визуализируются единичные почечные вены.

Fig. 2. CT, venous phase, axial plane. Single renal veins are visualized on both sides.

ультразвуковом исследовании. Для исключения сосудистой обструкции был направлен на КТ с контрастированием. Выполнена нативная фаза, затем вручную введено 20 мл раствора йогексола 350 мг/мл. Через 10 мин введено 80 мл йогексола 350 мг/мл со скоростью 4 мл/с. При анализе артериальной фазы отмечается аномалия артериального кровоснабжения: справа верхний полюс и средний отдел кровоснабжают две артерии крупного диаметра, а нижний – более мелкая артерия (рис. 1). Слева отмечается добавочная артерия верхнего полюса малого диаметра. Но очевидно, что артерия проходит



Рис. 3. КТ, выделительная фаза болюсного исследования, корональная плоскость. Справа отмечается расширение ЧЛС.

Fig. 3. CT, excretory phase of the bolus enhanced study, the coronal plane. The dilatation of CLS is seen on the right.

не в области шейки чашечки, а расширение чашечно-лоханочной системы распространяется дистальнее перекреста с сосудом.

При анализе венозной фазы отмечается классический вариант строения с отхождением единичных почечных вен от нижней полой вены (рис. 2). Таким образом, диагноз сосудисто-чашечно-лоханочного конфликта был исключен, основным рассматриваемым фактором осталось врожденное расширение мочевых путей.

Клинический пример 2

Пациент Т., 26 лет, обратился к урологу с жалобами на тянущие боли в поясничной области справа. Из анамнеза известно, что ему выставлен диагноз хронический пиелонефрит. В настоящее время отклонений в общем анализе крови и мочи не выявлено. Направлен на КТ для исключения обструкции, в первую очередь мочекаменной болезни. В нативной фазе конкрементов в мочевых путях не выявлено, отмечается расширение ЧЛС (рис. 3). Было проведено стандартное исследование почек и мочевыделительной системы с болюсным контрастированием. Введено 100 мл йогексола 350 мг/мл со скоростью 4 мл/с, выполнялись артериальная, венозная и выделительная фазы (на 10-й минуте).

В артериальной фазе справа определяется рассыпной тип строения почечной артерии (рис. 4), но достоверно конфликта без контрастирования ЧЛС не определяется.

Было выполнено постпроцессинговое 3D-моделирование данных КТ. Для этого использовалась про-

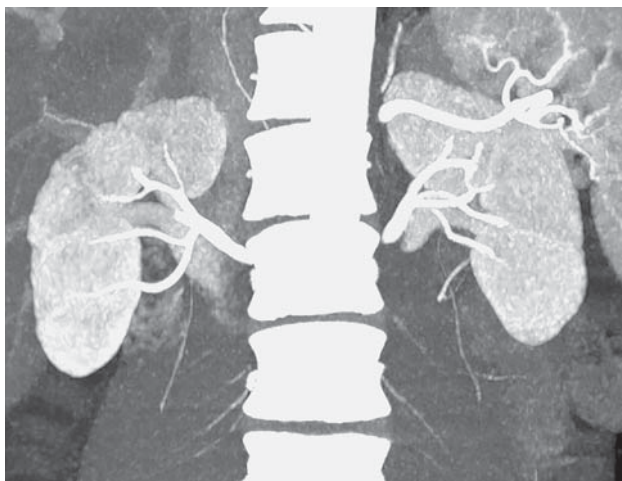
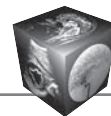


Рис. 4. КТ, артериальная фаза болюсного исследования, корональная плоскость. Справа отмечается рассыпной тип строения почечной артерии.

Fig. 4. CT, arterial phase of a bolus enhanced study, coronal plane. On the right there is a rasping type of structure of the renal artery.

грамма “Автоплан” для сегментации, моделирования и интраоперационной навигации, которая была разработана в Центре прорывных исследований СамГМУ “Информационные технологии в медицине” (руководитель – профессор А.В. Колсанов) [9].

Технология получения виртуальной 3D-модели практически полностью автоматизирована: “Автоплан” проводит автоматическое выделение и построение изображения почек путем одного “клика” на основе ранее проанализированных и загруженных в базу изображений. Сегментация проводится путем сравнения почек со “средней” моделью с последующим ручным исправлением неточностей. Далее проводили полуавтоматическую сегментацию артерий, вен и ЧЛС с мочеточниками на основании алгоритма сосудистой сегментации путем задания точки отсчета в просвет необходимого органа. Для этого используется специальный алгоритм, учитывающий не только плотность, но и текстуру и поверхность структуры. Совмещение артериальной и выделительной фаз происходит в автоматическом режиме путем наложения на артериальную фазу недостающей информации из выделительной фазы. На основании сегментаций отдельных структур на 2D-изображениях получают полигональную 3D-модель в формате scn с возможностью перевода в stl для 3D-печати. Далее для анализа врачу-рентгенологу представляется полученная интегрированная модель, которую можно было вращать и изменять прозрачность для более точной оценки соотношения ЧЛС и сосудов. Среднее время получения модели составило 20 мин.

Выявлено, что артерия нижнего полюса деформирует лоханку и чашечки нижнего полюса, вызывая обструкцию (рис. 5).



Рис. 5. 3D-реконструкция КТ. Справа отмечается перекрест нижнеполюсной артерии и мочеточника. Дистальное диаметр мочеточника нормальный.

Fig. 5. 3D-reconstruction of CT scan. The junction of the lower pole artery and the ureter is noted on the right. Distant diameter of the ureter is normal.

Клинический пример 3

Пациент С. обратился с жалобами на почечную колику слева, рецидивирующие пиелонефриты. В анамнезе умеренное расширение лоханки и мочеточника слева, камень лоханки и нижней группы чашечек. Пациенту выполнено сплит-болюсное исследование: 20 мл раствора йогексола 350 мг/мл, через 10 мин введено 80 мл йогексола 350 мг/мл со скоростью 4 мл/с. При анализе изображений выявлено, что наружная подвздошная артерия деформирует мочеточник, вызывая его расширение выше уровня перекреста (рис. 6, 7).

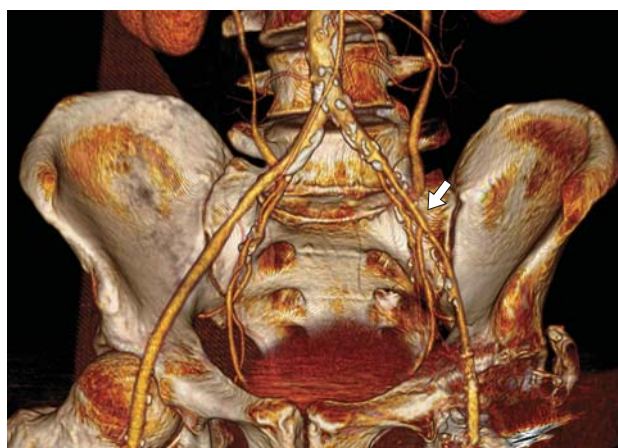


Рис. 6. КТ, артериальная фаза сплит-болюсного исследования, 3D-volume rendering. Слева отмечается перекрест наружной подвздошной артерии и мочеточника.

Fig. 6. CT, arterial phase of a split-bolus contrast-enhanced study, 3D-volume rendering. On the left, there is a crossing of the external iliac artery and ureter.

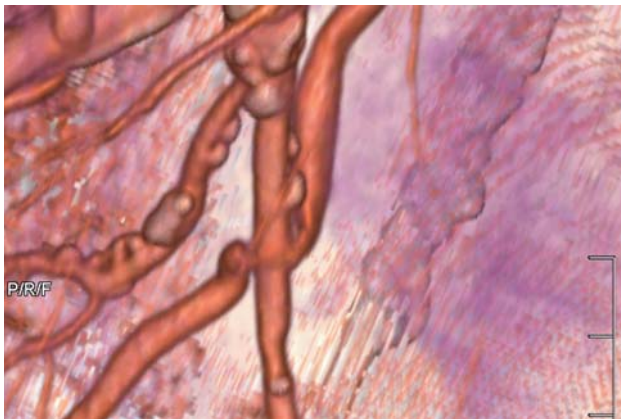
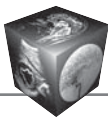


Рис. 7. КТ, артериальная фаза сплит-болюсного исследования, 3D-volume rendering (приближенное изображение). Перекрест наружной подвздошной артерии и мочеточника, отмечается расширение мочеточника проксимальнее перекреста.

Fig. 7. CT, arterial phase of a split-bolus contrast-enhanced study, 3D-volume rendering (approximate image). The intersection of the external iliac artery and ureter, the ureter is dilatated before the intersection.

Обсуждение

Таким образом, показаны два способа диагностики уретеровазального конфликта при КТ. Сплит-болюсное введение контрастного вещества – удобная методика, которая позволяет сокращать лучевую нагрузку путем исключения из протокола отсроченной фазы. При этом она обладает рядом преимуществ перед стандартным протоколом: изображения позволяют наглядно представить взаимоотношение структур ворот почки на одной фазе. Однако выполнение методики исследования не является устоявшимся. На наш взгляд, в случае достоверного исключения мочекаменной болезни (например, в случае ранее выполненного нативного бесконтрастного исследования) возможно проводить подобное исследование совсем без нативной фазы: пациенту во время ожидания исследования вводят небольшой объем контрастного вещества и через 10 мин проводится стандартное исследование без выделительной фазы. Такая методика ускорит выведение контрастного вещества из-за активного положения пациента и позволит сократить время нахождения пациента на ложементе томографа при ожидании накопления контрастного вещества в ЧЛС.

3D-моделирование путем сегментации в области урологии описано, например, в работе Ю.Г. Аляева и соавт. [10]. Авторами показано, что моделирование опухолей почек влияет на объективные числовые показатели вмешательства: объем кро-

вопотери и время операции. Моделирования же именно СЛМК до настоящего момента не проводилось.

Заключение

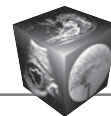
Учитывая показанную наглядность, мы можем рекомендовать методику 3D-моделирования на основании сегментации после выполнения стандартного протокола КТ с контрастированием. При этом при подозрении на обструкции мочевых путей желательно использовать протокол сплит-болюсного введения.

Список литературы

1. Гудков А.В., Пугачев А.Г. Сосудисто-чашечно-лоханочные конфликты. М.: Медицина, 2005. 193 с.
2. Аляев Ю.Г., Ахвледиани Н.Д. Современное применение компьютерной томографии в урологии. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2011; 6 (2): 208–211.
3. Гудков А.В., Пугачев А.Г. Сосудисто-чашечно-лоханочные конфликты. М.: Медицина, 2007. 128 с.
4. Карпенко В.С. Причина гидронефроза и выбор метода оперативного лечения. *Урология*. 2002; 3 (3): 43–46.
5. Айвазян А.В., Войно-Ясенецкий А.М. Пороки развития почек и мочеточников. М.: Наука, 1988. 448 с.
6. Сизонов В.В. Транспозиция “конфликтного” сосуда при обструкции пиелоретерального сегмента у детей. *Урология*. 2009; 4 (4): 51–55.
7. Chow L.C., Sommer F.G. Multidetector CT urography with abdominal compression and three-dimensional reconstruction. *Am. J. Roentgenol*. 2001; 177: 849–855. DOI: 10.2214/ajr.177.4.1770849.
8. Sauer B., Flocquet M., Batch T., Blum A., Hubert J. Vascular Renal Anatomy and the Ureteropelvic Junction: Preoperative Multidetector CT Scanning with Split-Bolus Injection as a Predictor of Laparoscopic Findings. *J. Endourol*. 2008; 22 (1): 13–18. <http://doi.org/10.1089/end.2006.9857>.
9. Колсанов А.В., Манукян А.А., Зельтер П.М., Чаплыгин С.С., Капишников А.В. Виртуальное моделирование операции на печени на основе данных компьютерной томографии. *Анналы хирургической гепатологии*. 2016; 21 (4): 16–22.
10. Аляев Ю.Г., Фиев Д.Н., Петровский Н.В., Хохлачев С.Б. Использование интраоперационной навигации при органосохраняющих хирургических вмешательствах по поводу опухоли почки. *Онкоурология*. 2012; 8 (3): 31–37.

References

1. Gudkov A.V., Pugachev A.G. Vascular-ureter conflicts. M.: Medicine, 2005. 193 p. (In Russian)
2. Alyaev Yu.G., Akhvediani N.D. Modern application of computed tomography in urology. *Bashkortostan Medical Journal*. 2011; 6 (2): 208–211. (In Russian)
3. Gudkov A.V., Pugachev A.G. Vascular-ureter conflicts. M.: Medicine, 2007. 128 p. (In Russian)
4. Karpenko V.S. The cause of hydronephrosis and the choice of surgical treatment. *Urology*. 2002; 3 (3): 43–46. (In Russian)
5. Ayvazyan A.V., Voyno-Yasenetsky A.M. Malformations of the kidneys and ureters. M.: Science, 1988. 448 p. (In Russian)



6. Sizonov V.V. Transposition of the "conflict" vessel with obstruction of the pyeloureteral segment in children. *Urology*. 2009; 4 (4): 51–55. (In Russian)
7. Chow L.C., Sommer F.G. Multidetector CT urography with abdominal compression and three-dimensional reconstruction. *Am. J. Roentgenol.* 2001; 177: 849–855. DOI: 10.2214/ajr.177.4.1770849.
8. Sauer B., Flocquet M., Batch T., Blum A., Hubert J. Vascular Renal Anatomy and the Ureteropelvic Junction: Preoperative Multidetector CT Scanning with Split-Bolus Injection as a Predictor of Laparoscopic Findings. *J. Endourol.* 2008; 22 (1): 13–18. <http://doi.org/10.1089/end.2006.9857>.
9. Kolsanov A.V., Manukyan A.A., Zelter P.M., Chaplygin S.S., Kapishnikov A.V. Virtual simulation of a liver surgery based on computed tomography data. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2016; 21 (4): 16–22. (In Russian)
10. Alyaev Yu.G., Fiev D.N., Petrovsky N.V., Khokhlachev S.B. Use of intraoperative navigation in organ-preserving surgical interventions for kidney tumors. *Oncourology*. 2012; 8 (3): 31–37. (In Russian)

Для корреспонденции*: Зельтер Павел Михайлович – Россия, Самара, Карла Маркса 165Б. Тел.: +7-917-942-12-34. E-mail: pzelter@mail.ru

Зельтер Павел Михайлович – канд. мед. наук, заведующий рентгенологическим отделением клиник СамГМУ, ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом медицинской информатики СамГМУ, Самара.

Соловов Дмитрий Вячеславович – врач-рентгенолог рентгеновского отделения клиник СамГМУ, ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом медицинской информатики СамГМУ, Самара.

Колсанов Александр Владимирович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой оперативной хирургии и клинической анатомии с курсом инновационных технологий СамГМУ, Самара.

Капишников Александр Викторович – доктор мед. наук, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом медицинской информатики СамГМУ, Самара.

Пекшева Марина Сергеевна – врач-рентгенолог рентгеновского отделения Санкт-Петербургской больницы Святой Елизаветы, Санкт-Петербург.

Contact*: Pavel M. Zelter – K. Marks str., 165B, Samara, Russia. Phone: +7-917-942-12-34. E-mail: pzelter@mail.ru

Pavel M. Zelter – cand. of med. sci., Head of radiology department of Clinics of Samara Medical State University, Samara.

Dmitrii V. Solovov – radiologist of radiology department of Clinics of Samara Medical State University, assistant of the chair of radiology of Samara Medical State Univer, Samara.

Aleksandr V. Kolsanov – doct. of med. sci., Head of the chair of operative surgery and clinical anatomy of Samara Medical State University, Samara.

Aleksandr V. Kapishnikov – doct. of med. sci., Head of the chair of radiology of Samara Medical State University, Samara.

Marina S. Peksheva – radiologist of radiological department of Saint-Petersburg St. Elisabeth state hospital, Saint-Petersburg.

Поступила в редакцию 11.03.2019.

Принята к печати 09.04.2019.

Received on 11.03.2019.

Accepted for publication on 09.04.2019.



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-82-89

КТ в диагностике острой абдоминальной боли без травмы в анамнезе на примере клинических случаев

Араблинский А.В.^{1, 2}, Магдебуря Ю.А.^{1*}

¹ ГБУЗ г. Москвы "Городская клиническая больница имени С.П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы", Москва, Россия

² ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) Минздрава России, Москва, Россия

CT in the diagnosis of nontraumatic acute abdominal pain: clinical cases

Arablinskii A.V.^{1, 2}, Magdebura Yu.A.^{1*}

¹ Moscow City Clinical Hospital named after S.P. Botkin of Moscow Health Department, Moscow, Russia

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

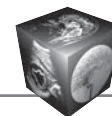
Острая абдоминальная боль (ОАБ) – клинический симптомокомплекс, развивающийся при повреждениях и острых хирургических заболеваниях органов брюшной полости. Данное состояние является одной из самых частых причин поступления пациентов в стационар по каналу скорой медицинской помощи. Пациенты с ОАБ составляют одновременно большую и гетерогенную группу из-за полиэтиологичности и обилия вариантов клинической картины данного состояния. В работе продемонстрированы результаты КТ органов брюшной полости и малого таза у 5 пациентов с ОАБ, поступивших в приемное отделение ГКБ имени С.П. Боткина в течение 2017–2018 гг., без указаний на наличие возможного травматического характера патологии. Все пациенты прошли первичный осмотр хирургом приемного отделения. В качестве методов медицинской визуализации первого ряда больным выполнялись рентгенография органов грудной клетки, обзорная рентгенография органов брюшной полости, УЗИ органов брюшной полости и малого таза. Критерием отбора для включения в работу являлась необходимость проведения КТ из-за недостатка полученных данных для постановки диагноза. В последующем заключения КТ сопоставлялись с окончательным диагнозом, задокументированным в электронной медицинской карте соответствующего пациента, для оценки вклада данных КТ в диагностический процесс. В группе из 5 пациентов, включенных в исследование, результаты КТ оказались решающими в диагностическом процессе в 100% случаев. Таким образом, в работе подчеркивается важность применения КТ у пациентов с ОАБ. Использование данного метода позволяет завершить диагностический

поиск в кратчайшие сроки от момента поступления пациента в стационар, начать своевременное лечение.

Ключевые слова: МСКТ, ОАБ, острый живот, неотложная медицина.

Ссылка для цитирования: Араблинский А.В., Магдебуря Ю.А. КТ в диагностике острой абдоминальной боли без травмы в анамнезе на примере клинических случаев. *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 82–89. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-82-89.

Acute abdominal pain (AAP) is a clinical symptom complex that develops with injuries and acute surgical diseases of the abdominal organs. This condition is one of the most frequent causes of admission of patients to the hospital through the ambulance. Patients with AAP consist of a large and heterogeneous group at the same time due to the etiology and many variations of the clinical picture of this condition. The article presents the results of CT scan of the abdominal cavity and small pelvis in 5 patients with AAP admitted to the S.P. Botkin Moscow City Clinical Hospital emergency department during 2017–2018, without indication of the possible traumatic nature of the pathology. All patients underwent a primary surgeon examination and first-line medical imaging methods such as plane radiography and ultrasound. The selection criterion for inclusion in the search was the need for CT due to the lack of data obtained for diagnosis. Subsequently, the findings of the CT scan were compared with the final diagnosis in the electronic medical file of the patient concerned, to assess the contribution of CT data to the diagnostic process. In a group of 5 patients included in the study, the results of CT were the



decisive step in the diagnostic process in 100% of cases. Therefore, the study emphasizes the importance of using CT in patients with AAP. Using this method allows you to complete a diagnostic search as soon as possible from the time the patient enters the hospital, to begin timely treatment.

Key words: MSCT, AAP, acute abdomen, emergency medicine.

Recommended citation: Arablinskii A.V., Magdeburu Yu.A. CT in the diagnosis of nontraumatic acute abdominal pain: clinical cases. *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 82–89. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-82-89.

Введение

Острая абдоминальная боль (ОАБ), или острый живот, является одной из наиболее частых причин обращения за медицинской помощью. По данным различных источников, от 5 до 10% пациентов, поступающих по каналу скорой медицинской помощи (СМП) относятся к группе больных с ОАБ [1–3].

Согласно данным протокола по оказанию скорой медицинской помощи при остром животе ООР “Российское общество скорой медицинской помощи”, острый живот (МКБ-10 R10.0) – это клинический симптомокомплекс, развивающийся при повреждении и острых хирургических заболеваниях органов брюшной полости. Данный диагноз служит основанием для экстренной госпитализации больного, но не является окончательным, а носит “рабочий” характер до тех пор, пока не будет установлена точная причина возникновения данного симптомокомплекса [4].

Причинами появления ОАБ могут быть как острые хирургические заболевания, требующие экстренного хирургического вмешательства, так и транзиторные нарушения без значительных изменений гомеостаза (неспецифическая абдоминальная боль) с возможностью лечения в амбулаторных условиях. Согласно данным мировой статистики, основными причинами развития ОАБ являются: острый аппендицит, острый холецистит, перфорация полого органа, острый панкреатит, острая гинекологическая патология, онкологические заболевания тонкой и толстой кишки, осложненный дивертикулит, синдром абдоминальной ишемии, тромбоз мезентериальных сосудов, перитониты различного генеза и пр. [4].

Ввиду высокой частоты неблагоприятных исходов при отсутствии лечения острой абдоминальной патологии своевременное определение причины ухудшения состояния, выбор адекватной консервативной терапии или необходимости хирургического вмешательства и его объема приобретают решающее значение в данной группе пациентов.

Поэтому ранняя постановка окончательного диагноза, распределение пациентов по соответ-

ствующим каналам и оказание своевременной квалифицированной помощи способствуют снижению инвалидизации больных и летальности, а также рациональному распределению экономических и трудовых ресурсов медицинских учреждений.

По данным литературы, около 65% пациентов с ОАБ нетравматического генеза нуждаются в неотложной медицинской помощи в условиях стационара, тогда как по данным различных исследований от 24 до 51% пациентов не нуждаются в госпитализации. В 40–60% случаев результаты КТ способствуют изменению первоначального диагноза и соответственно тактики лечения. Это имеет большое значение как в группе молодых пациентов для сохранения их трудоспособности, так и в группе пожилых, где возможно сокращение числа неоправданных хирургических вмешательств. Не удается выявить причину острой абдоминальной патологии с помощью КТ только у 6% пациентов [5–7].

Рентгенологический метод до сих пор широко используется у пациентов с первичным диагнозом “острый живот” не только в РФ, но и во многих странах зарубежья. Однако с помощью рентгенологического исследования возможно выявить лишь несколько патологических состояний (перфорация полого органа, кишечная непроходимость, наличие рентгенопозитивного инородного тела в брюшной полости, рентгенопозитивные конкременты при мочекаменной и желчнокаменной болезнях). Поэтому в течение последних лет многие авторы подвергают критике алгоритмы с обязательным рентгенологическим исследованием у пациентов с абдоминальной болью. Согласно данным крупного многоцентрового исследования, включающего более 1000 человек, в условиях приемного отделения только 49% первоначальных диагнозов подтверждаются впоследствии. При использовании рентгенологического исследования подтверждается 50% диагнозов. Незначительная разница данных показателей позволяет ряду авторов утверждать, что рентгенологическое исследование на первоначальном этапе обследования пациентов с нетравматической ОАБ не является необходимым вовсе [8–12]. Чувствительность, специфичность и диагностическая эффективность даже нативной КТ значительно превышает таковые показатели рентгенологического исследования (протокол, включающий обзорную рентгенографию органов грудной клетки, брюшной полости, латерограмму органов брюшной полости): 96,0, 95,1 и 95,6% против 30,0, 87,8 и 56,0% соответственно ($p < 0,05$) [13]. Ряд авторов считают, что применение рентгенографии оправдано только благодаря высокому



показателю чувствительности в диагностике свободного газа в брюшной полости (до 90%) и относительной доступности метода. Однако специфичность метода, по различным данным, составляет 50–89%, а ложноотрицательные результаты регистрируются в 49% случаев. Рентгенологическое исследование способствует изменению первоначального диагноза только в 4% случаев (22% от общего числа измененных диагнозов) [14].

Представляем ряд наблюдений, демонстрирующих возможности КТ в дифференциальной диагностике причин возникновения ОАБ.

Клинические наблюдения

Пациентка П., 71 год, поступила в приемное отделение ГКБ имени С.П. Боткина по каналу СМП с жалобами на боли в животе без четкой локализации в течение ~6 ч, отсутствие стула в течение 4 сут. В анамнезе (со слов пациентки): резекция сигмовидной кишки по поводу аденокарциномы 9 мес назад. При осмотре: живот вздут, мягкий, умеренно болезненный при пальпации во всех отделах. В общем и биохимическом анализе крови значимых отклонений от нормальных показателей не установлено. При обзорной рентгенографии брюшной полости выявлены расширенные, заполненные газом петли поперечно-ободочной кишки. При УЗИ органов брюшной полости: паренхиматозные органы без данных о наличии хирургической патологии, выраженный метео-

ризм. Пациентке было решено выполнить КТ органов брюшной полости с пероральным контрастированием. Исследование выполнено через 12 ч от начала перорального приема водного раствора йодсодержащего контрастного препарата в объеме ~700 мл.

Данные протокола КТ. Перорально принятый контрастный препарат достиг начальных отделов восходящей ободочной кишки. Определяется расширение просвета толстой кишки от слепой до дистальных отделов нисходящей ободочной. На границе нисходящей ободочной и сигмовидной кишок наблюдается резкое сужение просвета с наличием утолщения стенки кишки и высокоплотных включений (шовный материал). Сигмовидная кишка спавшаяся. **Заключение:** толстокишечная непроходимость с блоком на уровне границы нисходящей ободочной и сигмовидной кишок в зоне предшествующего хирургического вмешательства, вероятно, за счет прогрессирования опухолевого процесса (рис. 1).

Пациентке было показано хирургическое лечение в срочном порядке. Выполнены срединная лапаротомия, адгезиолизис, формирование трансверзостомы. В ходе операции и по результатам морфологического исследования был подтвержден опухолевый характер кишечной непроходимости. Хирургическое вмешательство носило паллиативный характер. Тем не менее состояние пациентки улучшилось, что позволило проводить дальнейшее лечение в амбулаторных условиях.

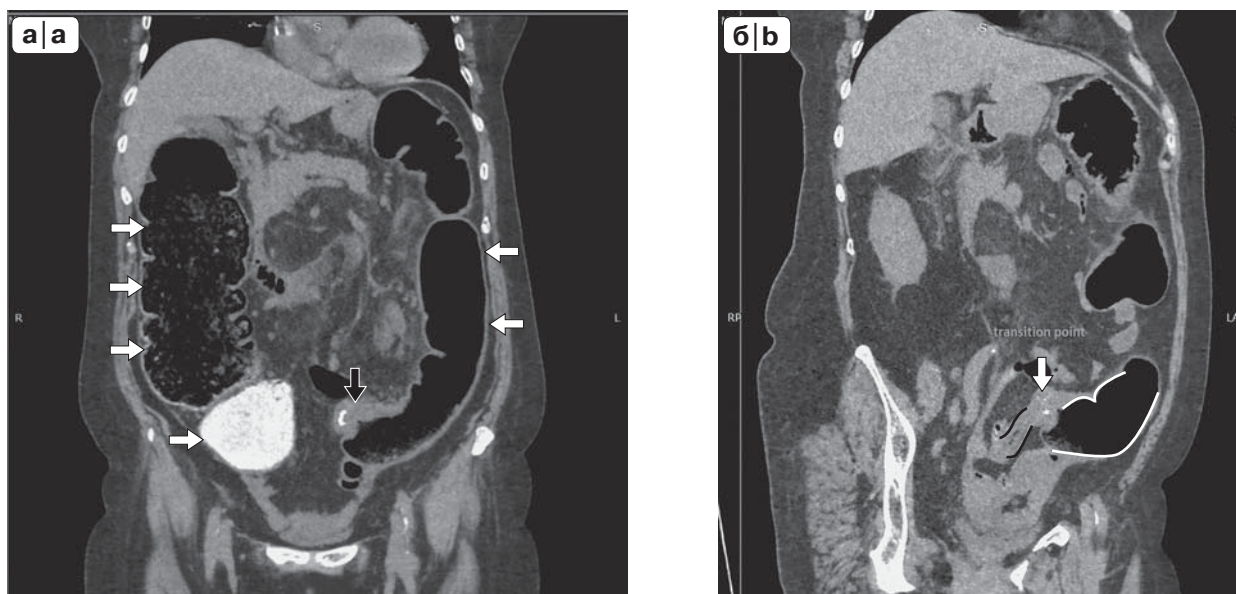
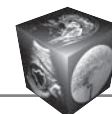


Рис. 1. МСКТ с пероральным контрастированием за 12 ч до исследования. а – белыми стрелками обозначена расширенная толстая кишка, черной стрелкой – место сужения просвета на уровне предшествующей резекции; б – белым контуром выделен расширенный просвет толстой кишки, черным контуром – спавшаяся сигмовидная кишка. Белая стрелка указывает на место опухолевого стеноза.

Fig. 1. Contrast-enhanced CT scan with oral contrast given 12 hours before the study. а – white arrows indicate the enlarged colon, black arrow indicates the place of stenosis; б – white contour highlights the enlarged colon lumen, black contour – collapsed sigmoid colon. The white arrow indicates the place of tumor stenosis.



Пациент М., 52 года, поступил с жалобами на боль в верхних отделах живота, постепенно нарастающую в течение 3 дней, не купирующуюся приемом спазмолитиков, тошноту. В анамнезе язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки. При осмотре: живот умеренно вздут, болезненный при пальпации преимущественно в эпи- и мезогастрии. Общий анализ крови без особенностей. В биохимическом анализе крови повышение показателей ЩФ (240 Ед/л), АЛТ (90 Ед/л), АСТ (75 Ед/л). На обзорной рентгенограмме брюшной полости патологии не выявлено. При УЗИ диффузные изменения паренхимы печени; метеоризм, затрудняющий визуализацию поджелудочной железы. Пациенту выполнена КТ с внутривенным контрастированием с по-

лучением изображений в панкреатическую (на 40–45-й секунде) фазу.

Данные протокола КТ. Определяются краевые дефекты контрастирования хвоста поджелудочной железы с формированием жидкостного скопления малого объема и парапанкреатического инфильтрата на этом уровне. *Заключение:* острый деструктивный панкреатит с поражением хвоста поджелудочной железы, формированием парапанкреатического инфильтрата по левому типу и жидкостного скопления малого объема (рис. 2).

Пациенту были показаны консервативная терапия и наблюдение в условиях стационара. Через 3 нед пациент выписан в удовлетворительном состоянии.

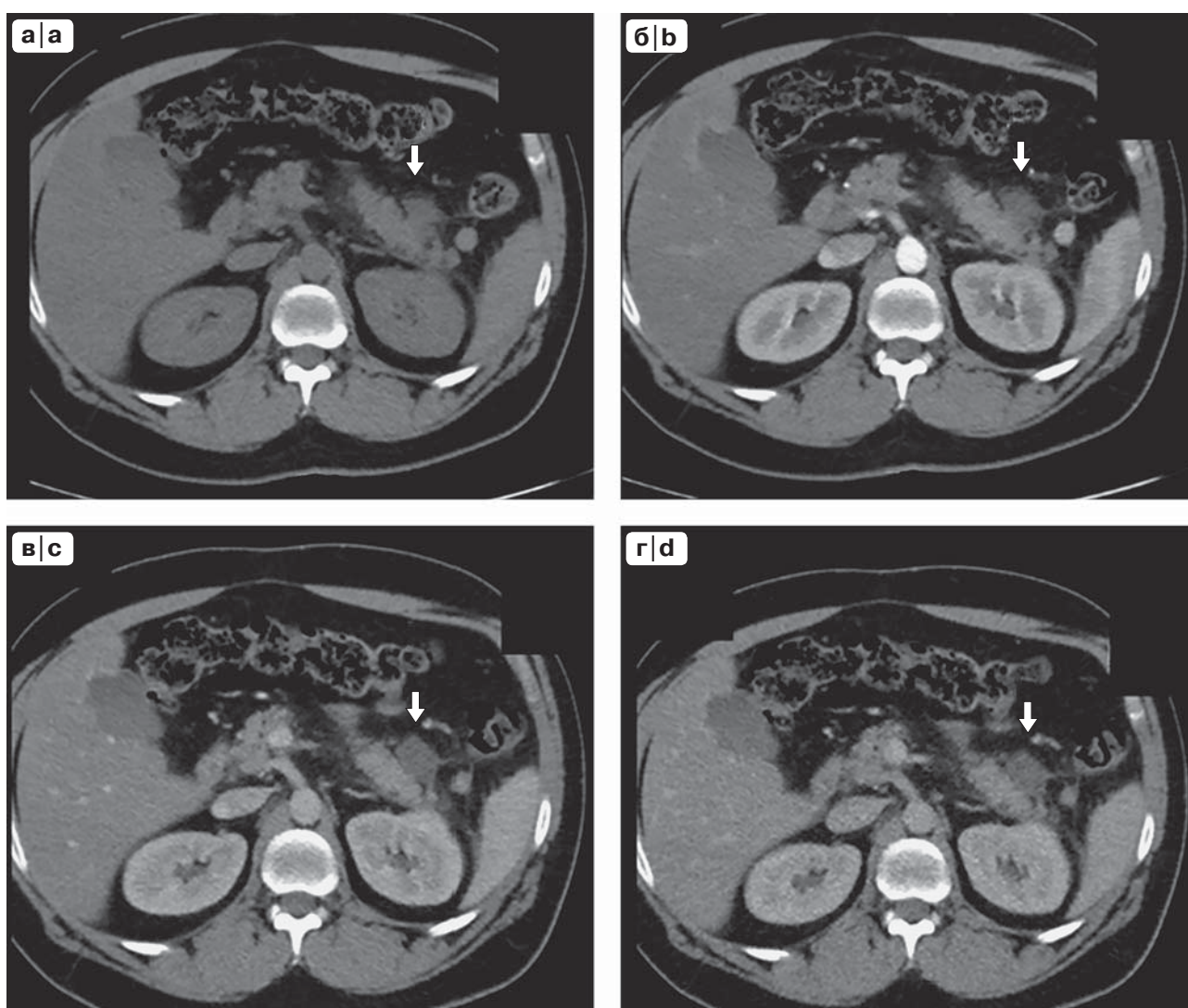


Рис. 2. КТ с внутривенным болюсным введением контрастного препарата. Нативное изображение (а) и изображения в артериальную (б), панкреатическую (в), венозную (г) фазы контрастирования. Стрелкой указаны локализация панкреонекроза и жидкостное скопление в области хвоста поджелудочной железы.

Fig. 2. CT with intravenous contrast agent administration. The native image (a) and images in the arterial (b), pancreatic (c), venous (d) phases. Arrow indicates the localization of pancreatic necrosis with the parapancreatic fluid.

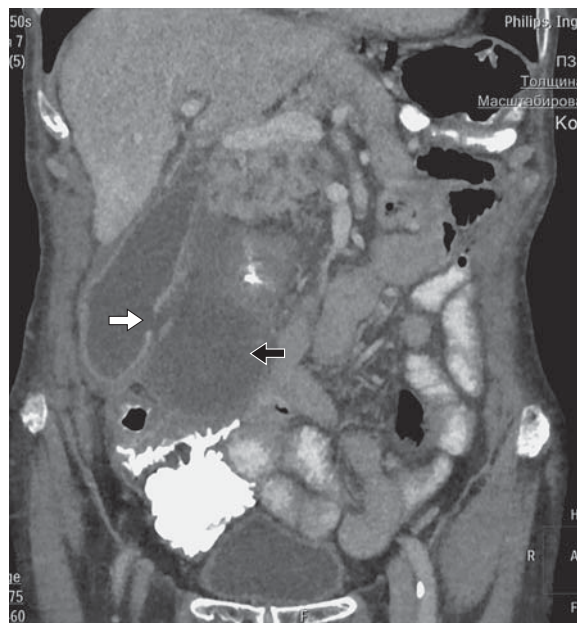


Рис. 3. КТ с внутривенным болюсным введением контрастного препарата. Венозная фаза контрастирования, коронарная реконструкция. Белой стрелкой обозначен дефект стенки увеличенного желчного пузыря. Черной стрелкой обозначено парапузырное жидкостное скопление (абсцесс).

Fig. 3. CT with intravenous contrast agent administration, venous phase, coronal reconstruction. The white arrow indicates a defect in the wall of the enlarged gallbladder. The black arrow indicates the fluid collector near the gallbladder.

Пациент К., 42 года, поступил с жалобами на боль в верхних отделах живота, постепенно нарастающую в течение 2 сут после погрешности в диете. В анамнезе желчнокаменная болезнь, мочекаменная болезнь. При осмотре живот болезненный при пальпации в эпигастрии, преимущественно в правых и центральных отделах, слабopоложительный симптом Пастернацкого справа. В общем и биохимическом анализе крови значимых отклонений не выявлено. На обзорной рентгенограмме патологии не обнаружено. При УЗИ: выраженный метеоризм, затрудняющий визуализацию органов брюшной полости, конкременты в полости желчного пузыря, утолщение стенки видимых отделов желчного пузыря. Пациенту поставлен диагноз “желчнокаменная болезнь; острый калькулезный холецистит”, начата консервативная терапия, на фоне которой в течение 12 ч состояние пациента стремительно ухудшалось. Решено выполнить КТ органов брюшной полости с пероральным и внутривенным контрастированием для уточнения диагноза.

Данные протокола КТ. При исследовании с внутривенным контрастированием определяется увеличенный в размерах желчный пузырь с утолщенной стенкой, активно накапливающей контрастное вещество. По ме-

диальному контуру пузыря визуализируются дефект стенки и прилежащее парапузырное жидкостное скопление (рис. 3).

Данные КТ были расценены как острый перфоративный холецистит с формированием парапузырного абсцесса. Пациенту было показано хирургическое лечение в срочном порядке в объеме лапаротомии, холецистэктомии, ревизии, санации, дренирования брюшной полости. Интраоперационно диагноз перфоративного холецистита подтвердился. Через 14 дней пациент выписан в удовлетворительном состоянии.

Пациентка Р., 50 лет, поступила с жалобами на боль преимущественно в левых отделах живота, повышение температуры тела до 37,2 °С в течение 3 сут. В анамнезе: хронический гастрит, желчнокаменная болезнь, калькулезный панкреатит, мочекаменная болезнь. При осмотре живот умеренно вздут, болезненный при пальпации в мезо- и гипогастрии, слабopоложительный симптом Пастернацкого слева. В общем анализе крови лейкоцитоз $14 \cdot 10^9/\text{л}$. На обзорной рентгенограмме без патологии. При УЗИ выявлено расширение чашечек и лоханки левой почки.

Данные протокола КТ. При нативном исследовании определяется расширение чашечно-лоханочной системы левой почки. Левый мочеточник не расширен, в пиелоуретеральном сегменте определяется высокоплотный конкремент (рис. 4).

Пациентке поставлен диагноз “мочекаменная болезнь, конкремент верхней трети левого мочеточника, почечная колика слева”, выполнено стентирование левого мочеточника, после чего состояние пациентки значительно улучшилось. При контрольных УЗИ чашечно-лоханочная система левой почки уменьшилась в размерах, признаков нарушения пассажа мочи и изменений паренхимы левой почки не отмечалось.

Пациентка А., 69 лет, поступила с жалобами на нелокализованную боль в животе, постепенно нарастающую в течение 24 ч. При осмотре живот умеренно вздут, болезненный при пальпации во всех отделах. В общем и биохимическом анализе крови без специфических изменений. На обзорной рентгенограмме органов брюшной полости умеренное расширение петель тонкой кишки с единичными газожидкостными уровнями. УЗИ неинформативно за счет пневматоза кишечника.

Данные протокола КТ. При исследовании с внутривенным болюсным введением контрастного вещества выявлен дефект контрастирования верхней брыжеечной артерии (ВБА) в артериальную фазу в проксимальном отделе, что расценено как окклюзивный тромбоз (рис. 5).

Пациентке было показано эндоваскулярное вмешательство (тромбоэкстракция из ВБА), после которого состояние больной стабилизировалось.

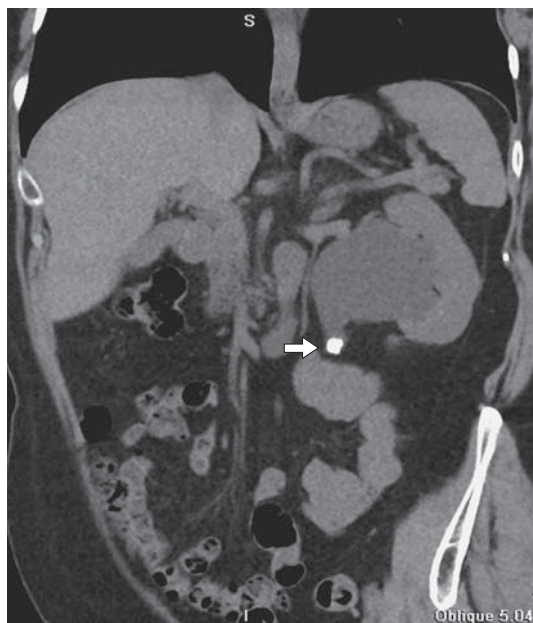
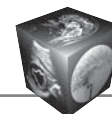


Рис. 4. КТ, нативное исследование. Стрелкой обозначен конкремент в пиелоуретеральном сегменте слева. Расширена чашечно-лоханочная система левой почки.

Fig. 4. Native CT scan, coronal reconstruction. The arrow indicates calculus in the pyelo-ureteral segment. The pelvicalyceal system is dilated.

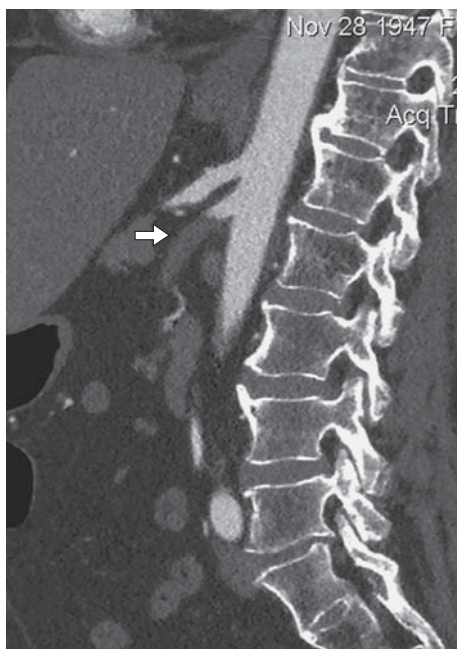


Рис. 5. КТ с внутривенным болюсным контрастированием, артериальная фаза. Стрелкой обозначен окклюзированный просвет верхней брыжеечной артерии.

Fig. 5. CT with intravenous contrast agent administration, arterial phase, sagittal reconstruction. The arrow indicates at occluded lumen of the superior mesenteric artery.

Обсуждение

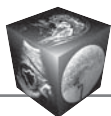
Представленные клинические наблюдения являются ярким примером того, что при наличии неспецифических жалоб у пациентов, при нормальных или неспецифических лабораторных показателях, при нормальных или неоднозначных данных рентгенографии и УЗИ постановка диагноза может вызывать сложности. В данной ситуации следует использовать такие высокотехнологичные методы лучевой диагностики, как КТ.

Диагностический алгоритм, при котором пациентам с абдоминальной болью проводится в первую очередь УЗИ и при неоднозначных результатах назначается КТ, считается наиболее оптимальным, что подтверждается результатами многоцентровых исследований и отражено в рекомендациях American College of Radiology Appropriateness Criteria® [5]. Для ряда острых хирургических заболеваний органов брюшной полости разработана отечественная инструкция [15], которая включает рекомендации по диагностике, соответствующие мировым тенденциям и соблюдающиеся в ГКБ имени С.П. Боткина [16].

В ходе настоящей работы был сформулирован перечень принципов проведения КТ-исследований пациентов с ОАБ, помогающий оптимизации назначения и проведения исследований для повышения эффективности диагностики.

При подозрении на острую кишечную непроходимость у пациентов со стабильной гемодинамикой, отсутствием симптомов разлитого перитонита назначается проведение МСКТ с пероральным контрастированием. Необходимо использовать 3–5% водный раствор неионного йодсодержащего рентгеноконтрастного препарата в объеме ~1 л ±200 мл. При превышении концентрации контрастного вещества диагностическая ценность исследования снижается за счет появления плотностных артефактов на границе сред “контраст–мягкие ткани” и “контраст–газ”. При недостаточной концентрации контрастного вещества не будет достигнута оптимальная контрастность содержимого кишечника, исследование также будет малоинформативным. При подозрении на тонкокишечную непроходимость сканирование осуществляется через 4–6 ч от начала приема контрастного препарата, при подозрении на толстокишечную непроходимость – через 12–14 ч. При необходимости возможно осуществление динамического контроля пассажа контрастного вещества по кишечнику через определенные временные интервалы.

При подозрении на острый панкреатит КТ-исследование целесообразно проводить не ранее 2–3 сут от начала симптомов (или при поступлении



при позднем обращении) и только с внутривенным болюсным введением контрастного вещества в объеме, рекомендуемом производителем (100–150 мл, скорость инфузии 4–4,5 мл/с). Для наилучшей визуализации ткани поджелудочной железы и соответственно ее дефектов рекомендуется использовать протокол, включающий панкреатическую фазу контрастирования (40–45 с).

При подозрении на перфорацию полого органа достаточным будет проведение нативного исследования. Оно не требует специальной подготовки пациента и позволяет выявить даже мельчайшие внеорганные включения газа в брюшной полости и малом тазу. С учетом высокой разрешающей способности современных компьютерных томографов зачастую удается распознать локализацию дефекта стенки полого органа.

При подозрении на почечную колику нативное КТ-исследование позволяет выявлять непосредственно конкременты любой локализации. При необходимости оценки состояния почечной паренхимы (при подозрении на апостематозный процесс) и более детальной визуализации мочевыводящих структур рекомендуется исследование с внутривенным болюсным введением контрастного вещества и получением изображений в раннюю артериальную (кортикальную) фазу (17–25 с), отсроченную экскреторную фазу (5, 7 и/или 15 мин).

У пациентов с подозрением на нарушения мезентериального кровоснабжения целесообразно проведение КТ с внутривенным болюсным контрастированием, получением изображений в артериальную и венозную фазы контрастирования. КТ-мезентерикография является методом выбора для определения наличия и протяженности окклюзии или стеноза сосудистых структур, одновременно позволяет определить наличие возможных осложнений (ишемия кишки, перфорация, перитонит).

Соблюдение диагностических алгоритмов необходимо для оптимизации работы кабинета КТ приемного отделения, повышения эффективности данного метода диагностики в процессе постановки диагноза, а следовательно, принятия решения о хирургическом вмешательстве или отказе от неоправданных операций, сокращения времени пребывания пациентов в приемном отделении.

Выводы

1. При неоднозначных данных жалоб, анамнеза, осмотра, а также неоднозначных результатах лабораторных методов и методов медицинской визуализации первого ряда у пациентов с ОАБ без травмы в анамнезе необходимо проведение КТ.

Следует определять показания и учитывать противопоказания к проведению КТ, определить оптимальный протокол сканирования в зависимости от предполагаемого ряда патологий.

2. Для получения изображений с максимальной информативностью необходимо строго соблюдать методику исследования.

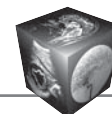
3. При соблюдении методики исследования КТ является высокоинформативным методом диагностики причин ОАБ в условиях отделения неотложной медицинской помощи. Это способствует назначению своевременного и адекватного лечения и, следовательно, снижению летальности и инвалидизации больных.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Kamin R.A., Nowicki T.A., Courtney D.S., Powers R.D. Pearls and Pitfalls in the Emergency Department Evaluation of Abdominal Pain. *Emerg. Med. Clin. N. Am.* 2003; 21: 61–72.
2. Randen A., Laméris W., Luitse J.S. et al. The role of plain radiographs in patients with acute abdominal pain at the ED. *Am. J. Emerg. Med.* 2011; 29 (6): 582–589.
3. Hastings R.S., Powers R.D. Abdominal pain in the ED: a 35-year retrospective. *Am. J. Emerg. Med.* 2011; 29 (7): 711–716.
4. Захаренко А.А. Клинические рекомендации (протокол) по оказанию скорой медицинской помощи при остром животе. ООП “Российское общество скорой медицинской помощи”, 2014.
5. Lameris W., van Randen A., van Es H.W. et al. Imaging strategies for detection of urgent conditions in patients with acute abdominal pain: diagnostic accuracy study. *Br. Med. J.* 2009; 338: b2431.
6. Rosen M.P., Siewert B., Sands D.Z., Bromberg R., Edlow J., Raptopoulos V. Value of abdominal CT in the emergency department for patients with abdominal pain. *Eur. Radiol.* 2003; 13 (2): 418–424. Epub 2002 Oct 16. <http://doi.org/10.1007/s00330-002-1715-5>.
7. Leuthauser A., McVane B. Abdominal Pain in the Geriatric Patient. *Emergency Medicine Clin. N. Am.* 2016; 34 (2): 363–375.
8. van Randen A., Laméris W., Luitse J.K. et al. The role of plain radiographs in patients with acute abdominal pain at the ED. *Am. J. Emerg. Med.* 2011; 29 (6): 582–589.
9. Haller O., Karlsson L., Nyman R. Can low-dose abdominal CT replace abdominal plain film in evaluation of acute abdominal pain? *Ups. J. Med. Sci.* 2010; 115: 113–120.
10. Karkhanis S., Medcalf J. Plain abdomen radiographs: the right view? *Eur. J. Emerg. Med.* 2009; 16 (5): 267–270. <http://doi.org/10.1097/MEJ.0b013e328323d6e5>.
11. Ahn S.H., Mayo-Smith W.W., Murphy B.L., Reinert S.E., Cronan J.J. (2002) Acute nontraumatic abdominal pain in adult patients: abdominal radiography compared with CT evaluation. *Radiology.* 2002; 225 (1): 159–164.
12. Kellow Z.S., MacInnes M., Kurzenchwylg D. et al. The role of abdominal radiography in the evaluation of the



- nontrauma emergency patient. *Radiology*. 2008; 248: 887–893.
13. MacKersie A.B., Lane M.J., Gerhardt R.T., Claypool H.A., Keenan S., Katz D.S., Tucker J.E. Nontraumatic acute abdominal pain: unenhanced helical CT compared with three-view acute abdominal series. *Radiology*. 2005; 237 (1): 114–122.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2371040066>.
 14. Faggian A., Berritto D., Iacobellis F., Reginelli A., Cappabianca S., Grassi R. Imaging patients with alimentary tract perforation: literature review. *Semin. Ultrasound CT MR*. 2016; 37 (1): 66–69.
<http://doi.org/10.1053/j.sult.2015.09.006>.
 15. Инструкция по диагностике и лечению острых хирургических заболеваний органов брюшной полости в медицинских организациях государственной системы здравоохранения города Москвы. Приложение к приказу Департамента здравоохранения города Москвы от 13.02.2017 г. №83.
 16. Араблинский А.В., Магдебур Ю.А. КТ в диагностике абдоминальной патологии нетравматического генеза. *REJR*. 2018; 8 (2): 58–71.
<http://doi.org/10.21569/2222-7415-2018-8-2-58-71>.
 6. Rosen M.P., Siewert B., Sands D.Z., Bromberg R., Edlow J., Raptopoulos V. Value of abdominal CT in the emergency department for patients with abdominal pain. *Eur Radiol*. 2003; 13 (2): 418–424. Epub 2002 Oct 16.
<http://doi.org/10.1007/s00330-002-1715-5>.
 7. Leuthauser A., McVane B. Abdominal Pain in the Geriatric Patient Emergency Medicine *Clin. N. Am.* 2016; 34 (2): 363–375.
 8. van Randen A., Laméris W., Luitse J.K. et al. The role of plain radiographs in patients with acute abdominal pain at the ED. *Am. J. Emerg. Med.* 2011; 29 (6): 582–589.
 9. Haller O., Karlsson L., Nyman R. Can low-dose abdominal CT replace abdominal plain film in evaluation of acute abdominal pain? *Ups. J. Med. Sci.* 2010; 115: 113–120.
 10. Karkhanis S., Medcalf J. Plain abdomen radiographs: the right view? *Eur. J. Emerg. Med.* 2009; 16 (5): 267–270.
<http://doi.org/10.1097/MEJ.0b013e328323d6e5>.
 11. Ahn S.H., Mayo-Smith W.W., Murphy B.L., Reinert S.E., Cronan J.J. (2002) Acute nontraumatic abdominal pain in adult patients: abdominal radiography compared with CT evaluation. *Radiology*. 2002; 225 (1): 159–164.
 12. Kellow Z.S., MacInnes M., Kurzenecwyg D. et al. The role of abdominal radiography in the evaluation of the nontrauma emergency patient. *Radiology*. 2008; 248: 887–893.
 13. MacKersie A.B., Lane M.J., Gerhardt R.T., Claypool H.A., Keenan S., Katz D.S., Tucker J.E. Nontraumatic acute abdominal pain: unenhanced helical CT compared with three-view acute abdominal series. *Radiology*. 2005; 237 (1): 114–122.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2371040066>.
 14. Faggian A., Berritto D., Iacobellis F., Reginelli A., Cappabianca S., Grassi R. Imaging patients with alimentary tract perforation: literature review. *Semin. Ultrasound CT MR*. 2016; 37 (1): 66–69.
<http://doi.org/10.1053/j.sult.2015.09.006>.
 15. Instructions for the Diagnosis and Treatment of Acute Surgical Diseases of Abdomen in Medical Organizations of Moscow Public Health System. The Appendix to the Order of the Department of Moscow City Public Health Services from 13.02.2017 №83. (In Russian)
 16. Arablinskiy A.V., Magdebura Yu.A. CT in the diagnosis of nontraumatic acute abdomen. *REJR*. 2018; 8 (2): 58–71.
DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-2-58-71. (In Russian)

References

Для корреспонденции*: Магдебур Юлия Александровна – 143969, Московская область, г. Реутов, Носовихинское ш., д. 25, кв. 807. Тел.: +7-915-63-60-41. E-mail: dr.magdebura@gmail.com

Араблинский Андрей Владимирович – доктор мед. наук, профессор, заведующий отделом лучевой диагностики ГБУЗ ГКБ имени С.П. Боткина ДЗ г. Москвы; профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета Первого МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва.

Магдебур Юлия Александровна – врач-рентгенолог отдела лучевой диагностики ГБУЗ ГКБ имени С.П. Боткина ДЗ г. Москвы, Москва.

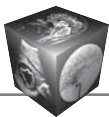
Contact*: Yuliya A. Magdebura – 143969, Moscow region, Reutov, Nosovikhinskoe shosse, 25–807. Phone: +7-915-63-60-41. E-mail: dr.magdebura@gmail.com

Andrey V. Arablinskii – doct. of med. sci., Professor, Head of the Radiology department, Moscow City Clinical Hospital named after S.P. Botkin; Professor, Department of Radiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow.

Yuliya A. Magdebura – radiologist in Radiology department, Moscow City Clinical Hospital named after S.P. Botkin, Moscow.

Поступила в редакцию 16.01.2019.
Принята к печати 29.04.2019.

Received on 16.01.2019.
Accepted for publication on 29.04.2019.



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-90-99

Системы стандартизации оценки изображений при гибридной ПЭТ-визуализации рака предстательной железы с радиомечеными лигандами к простатспецифическому мембранному антигену: сравнительный обзор PROMISE и PSMA-RADS версии 1.0

Леонтьев А.В.*, Рубцова Н.А., Халимон А.И., Кулиев М.Т.,
Пылова И.В., Лазутина Т.Н., Хамадеева Г.Ф., Каприн А.Д.

МНИОИ имени П.А. Герцена – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России, Москва, Россия

Imaging standardization systems for hybrid PET imaging of prostate cancer with radiolabeled prostate-specific membrane antigen ligands: comparative review of PROMISE and PSMA-RADS version 1.0

Leontyev A.V.*, Rubtsova N.A., Khalimon A.I., Kuliev M.T.,
Pylova I.V., Lazutina T.N., Khamadeeva G.F., Kaprin A.D.

Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Center of Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

В настоящей статье приведен сравнительный обзор двух систем для стандартизированной оценки результатов гибридной ПЭТ-визуализации с радиомечеными лигандами к ПСМА – PROMISE и PSMA-RADS версии 1.0. Подробно рассмотрены принципы классификации, номенклатура и алгоритмы оценки изображений с помощью данных систем, а также рекомендации по структурированию протокола исследования и заключения, освещены преимущества и недостатки предложенных систем.

Ключевые слова: рак предстательной железы, РПЖ, ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ, простатспецифический мембранный антиген, радиофармпрепараты, лиганды к ПСМА, PROMISE, PSMA-RADS.

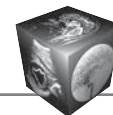
Ссылка для цитирования: Леонтьев А.В., Рубцова Н.А., Халимон А.И., Кулиев М.Т., Пылова И.В., Лазутина Т.Н., Хамадеева Г.Ф., Каприн А.Д. Системы стандартизации оценки изображений при гибридной ПЭТ-визуализации рака предстательной железы с радио-

мечеными лигандами к простатспецифическому мембранному антигену: сравнительный обзор PROMISE и PSMA-RADS версии 1.0. *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 90–99.

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-90-99.

This article provides a comparative review of two systems for standardized evaluation of the results of hybrid PET imaging with radiolabeled PSMA ligands – PROMISE and PSMA-RADS version 1.0. The principles of classification, nomenclature and evaluation algorithms, as well as recommendations for structuring research and conclusion protocols, highlighting the advantages and disadvantages of the proposed systems, are considered in detail.

Key words: prostate cancer, biochemical recurrence, PET/CT, PET/MRI, prostate-specific membrane antigen, radiopharmaceuticals, PSMA ligands, PROMISE, PSMA-RADS.



Recommended citation: Leontyev A.V., Rubtsova N.A., Khalimon A.I., Kuliev M.T., Pylova I.V., Lazutina T.N., Khamadeeva G.F., Kaprin A.D. Imaging standardization systems for hybrid PET imaging of prostate cancer with radiolabeled prostate-specific membrane antigen ligands: comparative review of PROMISE and PSMA-RADS version 1.0. *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 90–99. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-90-99.

На фоне широкого внедрения и тиражирования различных методов визуализации в клинической онкологии приобрела актуальность проблема объективизации оценки результатов выполняемых исследований. Это обусловлено различием технических параметров сбора информации, способов ее обработки, а также уровней практической и теоретической подготовки специалистов. Для систематизации и структурирования полученных при лучевых исследованиях данных были разработаны различные стандарты и критерии оценки, которые позволяют снизить количество неоднозначных результатов, оценить риски, улучшить раннюю диагностику, сделать методы менее операторозависимыми и повысить уровень взаимопонимания между различными специалистами. К ним относятся системы стандартизации при визуализации молочных желез (BI-RADS) [1], предстательной железы (PI-RADS) [2], легких (LUNG-RADS) [3], печени (LI-RADS) [4], щитовидной железы (TI-RADS) [5] и др.

Позитронная эмиссионная томография, совмещенная с рентгеновской компьютерной томографией (ПЭТ/КТ), становится широкодоступным методом визуализации в онкологии и также требует разработки алгоритмов объективной оценки получаемых данных. На настоящий момент в клинической практике такие системы активно используются для оценки эффективности проводимого лечения при помощи ПЭТ/КТ с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой (^{18}F -ФДГ) – EORTC [6], PERCIST [7], Deauville Criteria [8], Hopkins Criteria [9].

ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ не нашла широкого применения в диагностике рака предстательной железы (РПЖ) ввиду преобладания в опухолевых клетках метаболизма жирных кислот над глюкозой. Эта проблема вызвала широкий интерес к разработке и изучению радиофармпрепаратов (РФП), тропных к клеткам РПЖ, таких как радиомеченый холин (^{11}C -холин, ^{18}F -холин), ацетат (^{11}C -ацетат, ^{18}F -ацетат), ^{18}F -флуцикловин и, наконец, лиганды к простатспецифическому мембранному антигену (ПСМА). С увеличением количества работ, посвященных изучению РФП из последней группы, авторы приходят к выводам, что ПЭТ/КТ с мечеными ^{68}Ga или ^{18}F лигандами к ПСМА обладает рядом преимуществ перед другими модальностями

и ПЭТ/КТ с другими РФП при стадировании и визуализации биохимического рецидива РПЖ, особенно при низких значениях простатического специфического антигена (ПСА) сыворотки крови. Однако в процессе изучения этой группы РФП были получены данные о ложноположительных результатах, связанных как с физиологическим распределением, так и неспецифическим патологическим накоплением, связанным с воспалительными и доброкачественными процессами, а также злокачественными новообразованиями с активным неоваскулогенезом. Ложноотрицательные результаты наблюдаются при малых размерах очагов, в зонах с физиологической гиперфиксацией РФП, а также при низком уровне экспрессии ПСМА в опухолевых клетках.

Учитывая все вышесказанное, появилась необходимость в определении уровня достоверности и стандартизации оценки получаемых данных при ПЭТ/КТ или ПЭТ/МРТ с радиомечеными лигандами к ПСМА. Осенью 2017 г. в онлайн-версии журнала *“The Journal of Nuclear Medicine”* были опубликованы две статьи, где авторами были предложены соответствующие рекомендации. Это “Proposal for a Structured Reporting System for Prostate-Specific Membrane Antigen – Targeted PET Imaging: PSMA-RADS Version 1.0” и “Prostate Cancer Molecular Imaging Standardized Evaluation (PROMISE): Proposed mTNM Classification for the Interpretation of PSMA-Ligand PET/CT” [10, 11]. Рекомендации PROMISE основаны на клинико-патологической системе TNM и балльной оценке уровня накопления РФП, в то время как в PSMA-RADS версии 1.0 используется категоризация нахонок, характерная для других алгоритмов RADS.

1. PROMISE

Авторами PROMISE предложена модифицированная в рамках молекулярной визуализации классификация TNM, названная mTNM (molecular imaging TNM) для ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ, ОФЭКТ/КТ и других методик, в основе которых лежит применение лигандов к ПСМА. mTNM служит для обеспечения стандартизированной отчетности о наличии, локализации и распространенности РПЖ как в самой предстательной железе, так и за ее пределами при первичном стадировании и биохимическом рецидиве. Кроме того, для характеристики уровня экспрессии ПСМА, необходимой для оценки вероятности специфического поражения и прогноза эффективности ПСМА-таргетной радионуклидной терапии (РНТ), предложен показатель mPSMA expression score. Этот показатель оценивается по балльной шкале от 0 до 3, где 0 соответствует отсутствию, а 3 – высокому уровню экспрес-

**Таблица 1.** Балльная оценка уровня накопления РФП**Table 1.** miPSMA expression score

Балл	Уровень экспрессии ПСМА	Накопление РФП
0	Нет	Ниже пула крови
1	Низкий	Равное или выше пула крови и ниже паренхимы печени*
2	Средний	Равное или выше паренхимы печени* и ниже, чем в слюнных железах
3	Высокий	Равное или выше, чем в слюнных железах

* Для РФП с доминирующей печеночной экскрецией (например, ^{18}F -PSMA1007) рекомендуется размещение референсной ROI в селезенке вместо печени.

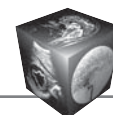
Таблица 2. Классификация miTNM для ПЭТ/КТ и ПЭТ/MPT с радиомечеными лигандами к ПСМА**Table 2.** miTNM classification for PET/CT and PET/MRI with radiolabeled PSMA ligands

Первичная опухоль (T)	
miT0	Первичная опухоль не определяется
miT2	Опухоль ограничена предстательной железой (оценка на основании 6-сегментарного деления, рис. 3)
miT2u	Унифокальная
miT2m	Мультифокальная
miT3	Экстрапростатическое распространение
miT3a	Опухоль распространяется за пределы капсулы предстательной железы
miT3b	Опухоль распространяется на семенные пузырьки
miT4	Опухоль, распространяющаяся на окружающие структуры, за исключением семенных пузырьков: на наружный сфинктер, прямую кишку, мочевого пузырь, мышцы, поднимающие задний проход или тазовую стенку
miTr	Наличие местного рецидива после радикальной простатэктомии
Регионарные лимфатические узлы (N)	
miN0	Метаастазы в тазовых лимфатических отсутствуют
miN1	Поражение тазовых лимфатических узлов
miN1a	Поражение тазовых лимфатических узлов одной группы (в соответствии с рис. 2б, 4)
miN1b	Поражение тазовых лимфатических узлов ≥ 2 групп (в соответствии с рис. 2б, 4)
Отдаленные метастазы (M)	
miM0	Отдаленные метастазы отсутствуют
miM1	Наличие отдаленных метастазов
miM1a	Метаастазы во внетазовые лимфатические узлы (в соответствии с рис. 2б)
miM1b	Метаастазы в кости (в соответствии с рис. 2б)
miM1c	Висцеральные метастазы

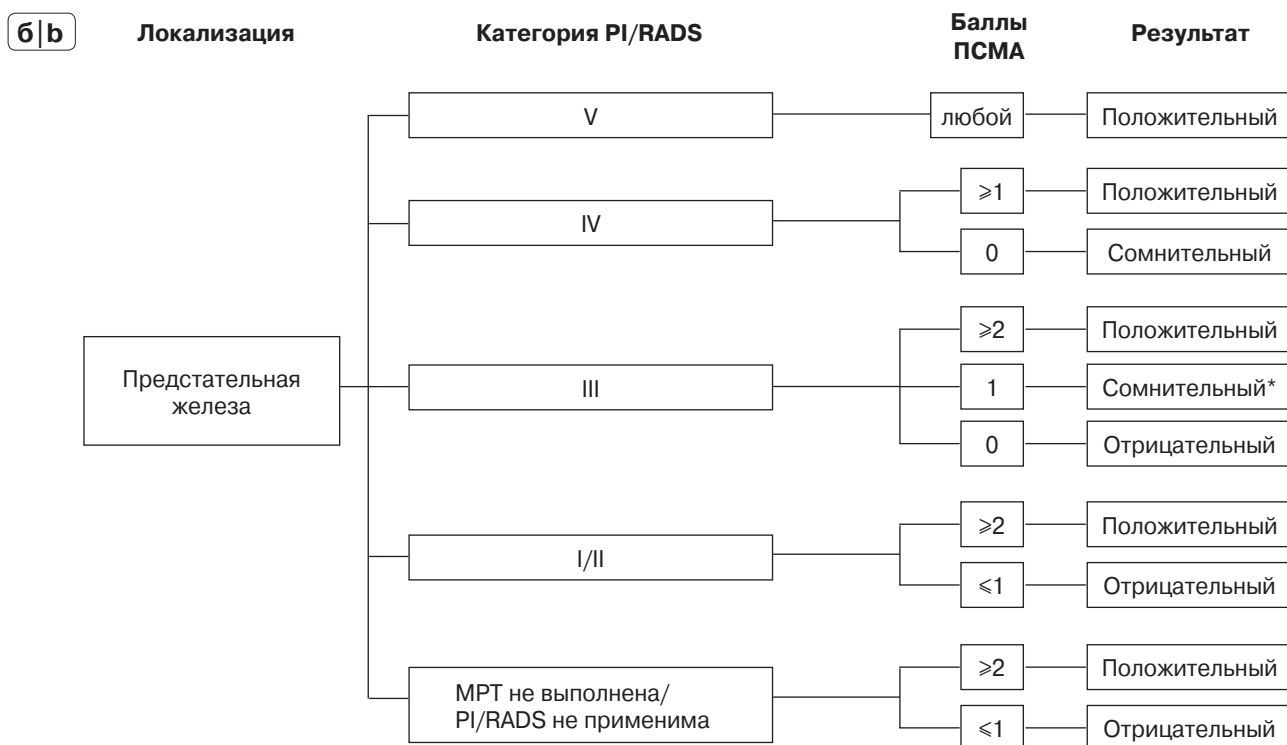
сии ПСМА (табл. 1), и определяется при сопоставлении значений среднего стандартизованного показателя накопления (SUV_{mean}), рассчитанного в аксиальной плоскости, в области интереса (ROI – англ. region of interest) округлой формы, диаметром 1 см, центрированного относительно самого яркого вокселя в измеряемом очаге накопления РФП и в референсных органах, также в аксиальной плоскости, с соответствующими диаметрами: пул крови на уровне дуги аорты – 2 см, правая доля печени (или селезенка для РФП с гепатобилиарной экскрецией) – 3 см, правая слюнная железа – 1,5 см.

Уровень экспрессии ПСМА, оцененный в 2 или 3 балла, принято считать благоприятным прогностическим фактором эффективности ПСМА-

таргетной РНТ. Снижение уровня экспрессии ПСМА на фоне проводимого лечения может соответствовать как положительному ответу, так и дедифференцировке с потерей клетками ПСМА. В данной ситуации оценка сопутствующих данных компьютерной томографии (КТ) или магнитно-резонансной томографии (МРТ) может помочь дифференцировать эти состояния. Данный пример свидетельствует о том, что недостаточно использовать только miPSMA expression score для оценки полученных изображений. Авторами предложена многокомпонентная модель, при которой помимо miPSMA expression score для определения выявленных изменений как положительные, сомнительные или отрицательные необходимо учитывать их локализацию и соответствующие находки при КТ



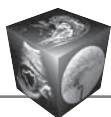
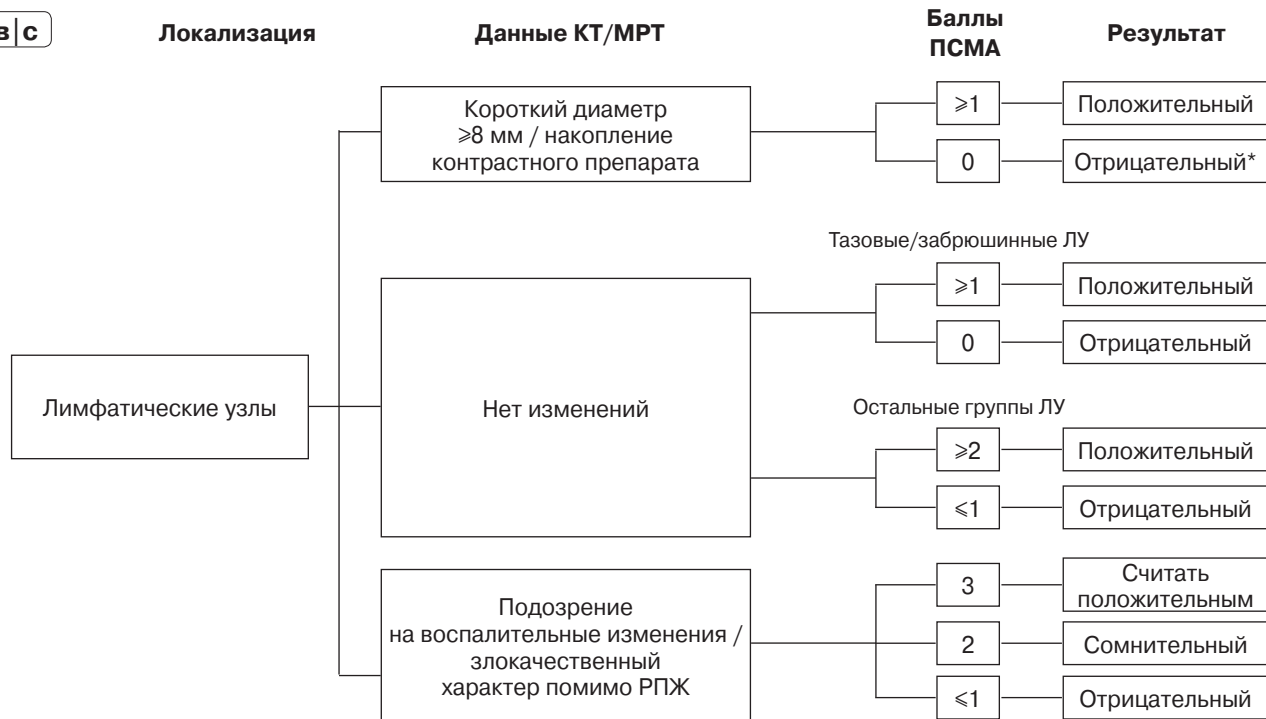
* Необходимо исключить ПСМА-негативный рак предстательной железы.



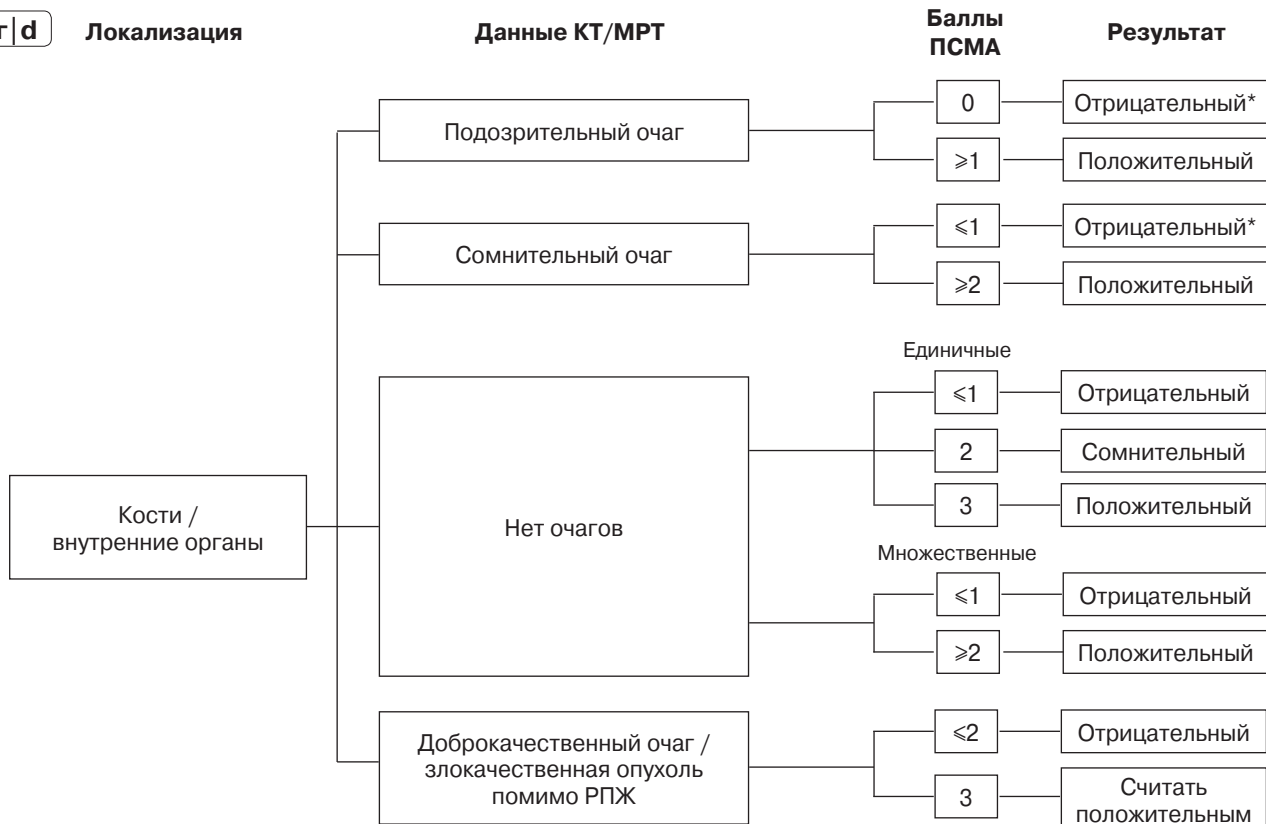
* Необходимо исключить ПСМА-негативный рак предстательной железы.

Рис. 1. Алгоритмы оценки результатов ПЭТ/КТ или ПЭТ/МРТ с радиомечеными лигандами к ПСМА, предложенные в рекомендациях PROMISE. а – для зоны предполагаемого местного рецидива после РПЭ или ЛТ; б – для выявления первичной опухоли.

Fig. 1. Guide for the interpretation of PET/CT or PET/MRI with radiolabeled PSMA ligands, proposed in the PROMISE recommendations. а – for zone of suspicious local recurrence after prostatectomy or radiation therapy; б – for primary tumor diagnosis.

**в | с**

* Необходимо исключить ПСМА-негативный рак предстательной железы.

г | d

* Необходимо исключить ПСМА-негативный рак предстательной железы.

Рис. 1 (окончание). в – для лимфатических узлов; г – для костей и внутренних органов.

Fig. 1 (end). с – for lymph nodes; d – for bones and visceral organs.

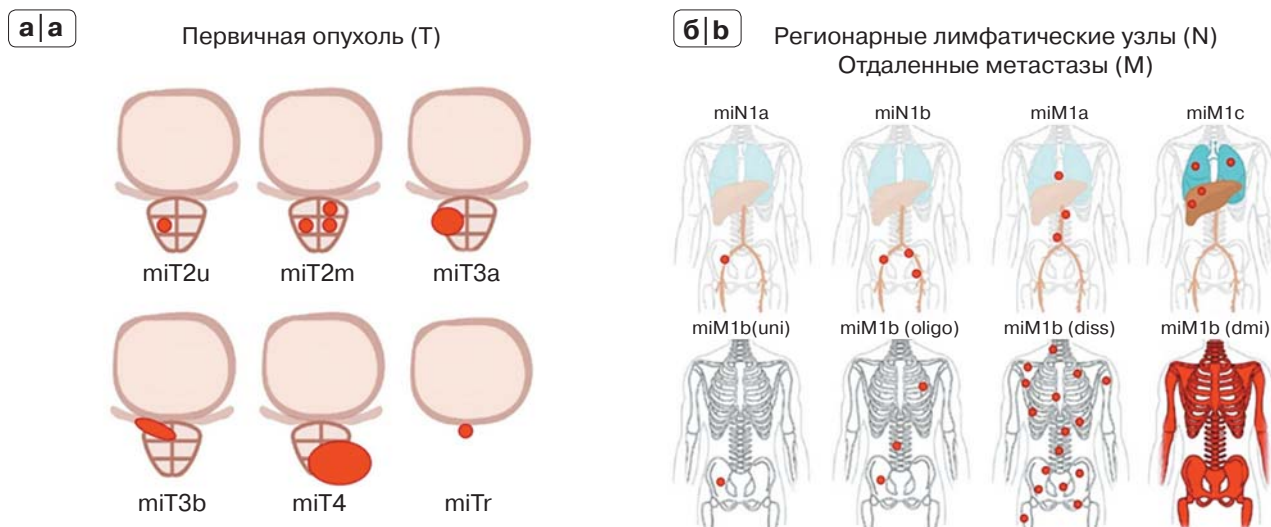
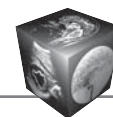


Рис. 2. Категории miTNM для стадирования РПЖ с помощью ПЭТ/КТ с радиомечеными лигандами к ПСМА.

Fig. 2. miTNM categories for staging prostate cancer using PET/CT with radiolabeled PSMA ligands.

или МРТ. Чтобы максимально приблизить отчет по результатам исследования к утвержденной системе стадирования и клиническим потребностям, классификация miTNM была разработана по аналогии с системой TNM, а также добавлены категории, отражающие степень поражения костей – унифокальное (uni), олигометастатическое (oligo, $n \leq 3$), диссемированное (diss), диффузное поражение костного мозга (dmi) (табл. 2, рис. 2).

Интерпретация баллов miPSMA должна выполняться с учетом данных других методов визуализации, морфологической картины первичной опухоли, уровня и динамики ПСА, характера проводимого лечения, клинических данных и может варьироваться для разных типов тканей и локализаций. Так, у пациентов с низким, но растущим уровнем ПСА и отсутствием изменений на КТ/МРТ даже слабое, но очаговое накопление РФП выше фонового уровня в типичном для метастатического поражения месте может служить индикатором специфического поражения.

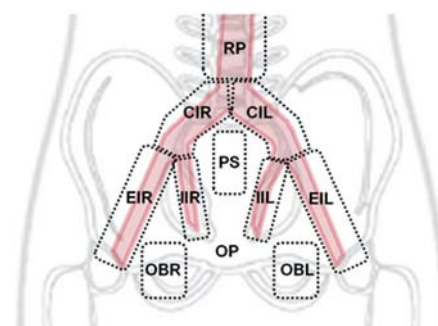
Рекомендации по интерпретации данных ПЭТ с учетом результатов КТ или МРТ для выявления первичной опухоли, а также при оценке локального статуса после радикальной простатэктомии (РПЭ) и лучевой терапии (ЛТ), представлены на рис. 1 (а, б).

Стоит отметить, что система PI-RADS для МРТ применима для группы пациентов с повышенным уровнем ПСА в сыворотке крови с целью выявления опухоли и отбора кандидатов для проведения биопсии предстательной железы и не должна использоваться для интерпретации нако-



Рис. 3. 6-секторное деление предстательной железы в коронарной плоскости.

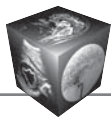
Fig. 3. Sextant segmentation of the prostate gland in the coronal plane.



- II – Внутренние подвздошные (левые/правые)
- EI – Наружные подвздошные (левые/правые)
- CI – Общие подвздошные (левые/правые)
- OB – Запирательные (левые/правые)
- PS – Пресакральные
- OP – Другие тазовые
- RP – Забрюшинные

Рис. 4. Схематичное расположение групп тазовых лимфатических узлов с указанием префиксов.

Fig. 4. Standard template of pelvic lymph node groups with prefixes.



пления РФП при первичном стадировании после гистологического подтверждения. Распределение категорий по показателю miT основано на степени распространенности опухоли в предстательной железе при первичном стадировании и после ЛТ или наличии местного рецидива после РПЭ. При отсутствии данных о наличии местного рецидива после РПЭ или ЛТ выставляется категория $miT0$, в то время как при его наличии после РПЭ – $miT1$. При первичном стадировании или рецидиве после ЛТ выставляется категория от $miT2$ до $miT4$ в зависимости от степени распространенности, которая определяется по результатам 6-секторной сегментации предстательной железы в корональной плоскости (см. рис. 2а, 3).

Вероятность местного рецидива как после РПЭ, так и после ЛТ увеличивается при очаговом характере накопления РФП, высоком балле $miPSMA$ в предстательной железе или ее ложе, типичных проявлениях при МРТ (признаки ограничения диффузии на диффузионно-взвешенных изображениях и картах измеряемого коэффициента диффузии, очаговое накопление контрастного вещества (КВ)), очаговом накоплении КВ при КТ с/без признаков распространения за пределы капсулы.

На рис. 2 (б) приведен алгоритм оценки лимфатических узлов в рамках N-стадирования. При отсутствии данных о метастатическом поражении тазовых лимфатических узлов выставляется категория $miN0$, в то время как при наличии поражения одной группы – $miN1a$, двух групп – $miN1b$. Рекомендуется указывать префикс и сторону (если это возможно), отражающие локализацию пораженных лимфатических узлов, согласно стандартизированной схеме (см. рис. 4).

На рис. 1 (в, г) приведены алгоритмы оценки лимфатических узлов, внутренних органов и костей в рамках M-стадирования. В соответствии с системой $miTNM$ при отсутствии отдаленных метастазов выставляется категория $miM0$, положительные результаты разделены на 3 категории: поражение нерегионарных лимфатических узлов – $miM1a$ (группы забрюшинных (RP), наддиафрагмальных (SD), других внетазовых (OE) лимфатических узлов), костные метастазы – $miM1b$ (uni, oligo, diss или dmi) и висцеральные метастазы – $miM1c$.

2. PSMA-RADS версии 1.0

В системе PSMA-RADS версии 1.0 изменения, выявленные при ПЭТ/КТ с радиомечеными лигандами к ПСМА, авторы предлагают относить к одной из пяти категорий, также имеющих подкатегории (табл. 3). В целом все находки в соответствии с этой системой можно разделить на не вызывающие сомнения (злокачественные или доброкаче-

ственные, к которым относятся категории PSMA-RADS-1, 2, 4, 5) и неоднозначные, требующие обследования или динамического контроля (PSMA-RADS-3).

Авторы рекомендуют применять PSMA-RADS для категоризации изменений, локализованных вне предстательной железы, в то время как для первичной диагностики необходимо ориентироваться на категории PI-RADS v.2 при МРТ и данные биопсии.

У всех пациентов, проходящих ПЭТ/КТ с лигандами к ПСМА, должны быть тщательно изучены анамнез, медицинская документация, включающая результаты предыдущих исследований, схемы лечения, динамику уровня ПСА и т.д.

Для пациентов с ограниченным числом очагов ($n \leq 5$) категория PSMA-RADS присваивается каждому из них, а также приводится их подробное анатомическое описание с указанием размеров (диаметр по короткой оси для лимфатических узлов, максимальный диаметр для остальных очагов), SUV_{max} (нормированный на общую или безжировую массу тела) и дополнительно указывается итоговая категория по результатам всего сканирования – как правило, она соответствует максимальному выявленному значению [10].

Для пациентов с распространенным заболеванием, а также у пациентов, получающих системное лечение, было бы нецелесообразно указывать категорию PSMA-RADS для каждого очага поражения. В таких случаях рекомендовано указывать категорию лишь для доминантного поражения (то есть очага с самым высоким накоплением РФП или наибольшим размером) лимфатических узлов, костей и, если применимо, каждого из висцеральных органов. Итоговая категория по результатам всего сканирования будет также соответствовать максимальному выявленному значению и именно она будет вынесена в заключение. Однако в ряде случаев важно описание каждой группы очагов, если они попадают под категорию PSMA-RADS 3 (A-D), поскольку для них могут потребоваться дополнительные исследования, результаты которых, в свою очередь, могут иметь клиническое значение и влиять на дальнейшую тактику.

Заключение

Обе системы оценки в той или иной степени обладают преимуществами и недостатками. Так, PROMISE описывает как внутри-, так и внепростатические поражения; позволяет объективно, в баллах, оценить уровень накопления РФП, что может быть перспективно для планирования и оценки эффективности лечения; сходна с системой TNM, что облегчает взаимопонимание между врачами

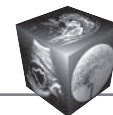
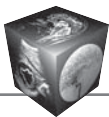


Таблица 3. Краткое описание системы PSMA-RADS версии 1.0 для ПЭТ/КТ с радиомечеными лигандами к ПСМА
Table 3. Summary of PSMA-RADS Version 1.0 for PET/CT with radiolabeled PSMA ligands

Категория	Характеристика находок
	PSMA-RADS-1 (доброкачественные)
PSMA-RADS-1A	Доброкачественные образования, характер которых подтвержден морфологически или имеющие патогномоничные признаки при анатомической визуализации и не накапливающие РФП
PSMA-RADS-1B	Доброкачественные образования, характер которых подтвержден морфологически или имеющие патогномоничные признаки при анатомической визуализации и фокально накапливающие РФП
PSMA-RADS-2 (вероятно, доброкачественные)	Сомнительное накопление РФП (фокальное, но низкой интенсивности, как в пуле крови) в мягких тканях с локализацией, не характерной для поражения при РПЖ (например, аксиллярные, бронхопульмональные лимфатические узлы); сомнительное накопление РФП в проекции костных изменений, не характерных для поражения при РПЖ (например, гиперфиксация РФП на фоне дегенеративных или других изменений доброкачественной этиологии)
PSMA-RADS-3 (сомнительные*)	
PSMA-RADS-3A	Подозрительное накопление РФП в мягких тканях с локализацией, характерной для поражения при РПЖ (например, тазовые, забрюшинные лимфатические узлы). При возможности выполнения для подтверждения диагноза должна быть проведена биопсия. В качестве альтернативы может быть использован динамический контроль (как методами анатомической визуализации, так и ПЭТ/КТ с ПСМА), при котором отрицательная динамика является подтверждением диагноза. На начальном этапе рекомендуется проведение контрольного исследования через 3–6 мес
PSMA-RADS-3B	Подозрительное накопление РФП в проекции костных изменений, не характерных, но и не атипичных для РПЖ при анатомической визуализации (очаговое накопление РФП в костном мозге с незначительной, если таковая имеется, костной реакцией, литическое или инфильтративное поражение или классический остеобластический очаг). Сравнение с результатами остеосцинтиграфии, ПЭТ с Na^{18}F или МРТ со специализированным протоколом для выявления метастатического поражения костей, а также проведение биопсии может позволить подтвердить диагноз. В качестве альтернативы может быть использован динамический контроль (как методами анатомической визуализации, так и ПЭТ/КТ с ПСМА), при котором отрицательная динамика является подтверждением диагноза. На начальном этапе рекомендуется проведение контрольного исследования через 3–6 мес
PSMA-RADS-3C	Интенсивное накопление РФП в крайне нетипичных участках (кроме распространенного РПЖ). Высока вероятность злокачественной опухоли другой этиологии или доброкачественной опухоли. Проведение биопсии для подтверждения диагноза предпочтительнее, однако возможно применение органоспецифической визуализации с последующим динамическим контролем при необходимости (например, МРТ печени для оценки вероятности гепатоцеллюлярной карциномы)
PSMA-RADS-3D	Изменения подозрительны в отношении злокачественного новообразования на анатомических изображениях, но накопление РФП отсутствует. Дифференциальная диагностика включает злокачественную опухоль другой этиологии, нейроэндокринный РПЖ и нетипичные случаи аденокарциномы предстательной железы с отсутствием экспрессии ПСМА. Проведение биопсии для подтверждения диагноза предпочтительнее, однако возможно применение органоспецифической визуализации с последующим динамическим контролем при необходимости
PSMA-RADS-4 (высоковероятно наличие РПЖ)	Интенсивное накопление РФП с локализацией, характерной для РПЖ, и отсутствием характерных изменений при традиционной визуализации. Учитывая высокую специфичность ПЭТ/КТ с РФП на основе лигандов к ПСМА во всех опубликованных исследованиях, нет необходимости в верификации данных изменений, однако получение материала может быть необходимо для анализа биологических свойств опухоли или для других целей
PSMA-RADS-5 (РПЖ почти наверняка имеет место)	Интенсивное накопление РФП с локализацией, характерной для РПЖ, наличием характерных изменений при традиционной визуализации. Учитывая высокую специфичность ПЭТ/КТ с РФП на основе лигандов к ПСМА во всех опубликованных исследованиях, нет необходимости в верификации данных изменений, однако получение материала может быть необходимо для анализа биологических свойств опухоли или для других целей

* Необходимы дальнейшие исследования.



лучевой диагностики и клиническими специалистами; возможно совместное применение ПЭТ и МРТ для выявления первичной опухоли у пациентов группы риска. Использование 6-секторного деления предстательной железы, с одной стороны, удобно для сопоставления данных с результатами биопсии, но с другой – отличается от более привычного деления на 39 сегментов при МРТ [2]. При неясных результатах PROMISE не предоставляет рекомендаций по дальнейшей тактике обследования или наблюдения, в то время как PSMA-RADS версии 1.0 предлагает варианты дополнительной визуализации или динамического контроля. Недостатками PSMA-RADS версии 1.0 являются: применение только для внепростатических поражений; большое количество подразделов, деление на которые в некоторых случаях не имеет клинического значения; отсутствие градации интенсивности накопления РФП (только низкое, как в пуле крови, и интенсивное накопление), которая может быть полезна для оценки вероятности специфического поражения.

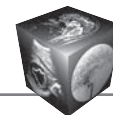
Растущий интерес к ПЭТ-визуализации ПСМА при РПЖ, увеличение количества исследований и возможность применения предложенных стандартизованных систем оценки на большем объеме клинического материала закономерно приведет к усовершенствованию и обновлению рекомендаций, которые будут лишены вышеперечисленных недостатков.

Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Список литературы [References]

1. Orel S.G., Kay N., Reynolds C., Sullivan D.C. BI-RADS categorization as a predictor of malignancy. *Radiology*. 1999; 221 (3): 845–850. <http://doi.org/10.1148/radiology.211.3.r99jn31845>.
2. Weinreb J.C., Barentsz J.O., Choyke P.L., Cornud F., Haider M.A., Macura K.J., Margolis D., Schnall M.D., Shtern F., Tempany C.M., Thoeny H.C., Verma S. PIRADS Prostate Imaging Reporting and Data System: 2015, Version 2. *Eur. Urol.* 2016; 69 (1): 16–40. <http://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.08.052>.
3. McKee B.J., Regis S.M., McKee A.B., Flacke S., Wald C. Performance of ACR LungRADS in a clinical CT lung screening program. *J. Am. Coll. Radiol.* 2015; 12 (3): 273–276. DOI: 10.1016/j.jacr.2014.08.004
4. Purysko A.S., Remer E.M., Coppa C.P., Leão Filho H.M., Thupili C.R., Veniero J.C. LIRADS: a casebased review of the new categorization of liver findings in patients with endstage liver disease. *Radiographics*. 2012; 32 (7): 1977–1995. <http://doi.org/10.1148/rg.327125026>.
5. Tessler F.N., Middleton W.D., Grant E.G., Hoang J.K., Berland L.L., Teefey S.A., Cronan J.J., Beland M.D., Desser T.S., Frates M.C., Hammers L.W., Hamper U.M., Langer J.E., Reading C.C., Scoutt L.M., Stavros A.T. ACR thyroid imaging, reporting and data system (TIRADS): white Paper of the ACR TIRADS committee. *J. Am. Coll. Radiol.* 2017; 14 (5): 587–595. <http://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.01.046>.
6. Young H., Baum R., Cremerius U., Herholz K., Hoekstra O., Lammertsma A.A., Pruim J., Price P. Measurement of clinical and subclinical tumour response using [18F] fluorodeoxyglucose and positron emission tomography: review and 1999 EORTC recommendations. European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC) PET Study Group. *Eur. J. Cancer*. 1999; 35 (13): 1773–1782.
7. Wahl R., Jacene H., Kasamon Y., Lodge M. From RECIST to PERCIST: Evolving Considerations for PET response criteria in solid tumors. *J. Nucl. Med.* 2009; 50 (1): 122–150. <http://doi.org/10.2967/jnumed.108.057307>.
8. Cheson B., Fisher R., Barrington S. et al. Recommendations for initial evaluation, staging, and response assessment of hodgkin and nonhodgkin lymphoma: the lugano classification. *J. Clin. Oncol.* 2014; 32 (27): 3059–3067. <http://doi.org/10.1200/JCO.2013.54.8800>.
9. Marcus Ch., Tahari A., Ciarallo A., Wahl R., Subramaniam R. Head and neck PET/CT: therapy response interpretation criteria ('Hopkins criteria'). *J. Nucl. Med.* 2014; 55 (1): 344.
10. Rowe S., Pienta K., Pomper M., Gorin M. Structured Reporting System for Prostate Specific Membrane Antigen-Targeted PET Imaging: PSMA-RADS Version 1.0. *J. Nucl. Med.* 2018; 59(3): 479–485. <http://doi.org/10.2967/jnumed.117.195255>.
11. Eiber M., Herrmann K., Calais J., Hadaschik B., Giesel F.L., Hartenbach M., Hope T., Reiter R., Maurer T., Weber W.A., Fendler W.P. Prostate Cancer Molecular Imaging Standardized Evaluation (PROMISE): Proposed miTNM Classification for the Interpretation of PSMA-Ligand PET/CT. *J. Nucl. Med.* 2018; 59 (3): 469–478. <http://doi.org/10.2967/jnumed.117.198119>.



Для корреспонденции*: Леонтьев Алексей Викторович – 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 3. Тел.: +7-495-9458718.
E-mail: aleksleont@yandex.ru

Леонтьев Алексей Викторович – канд. мед. наук, заведующий отделением радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Рубцова Наталья Алефтиновна – доктор мед. наук, руководитель отдела лучевой диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Халимон Александр Игоревич – врач-рентгенолог отделения КТ и МРТ МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Кулиев Магомед Темирланович – клинический ординатор кафедры онкологии, радиотерапии и пластической хирургии лечебного факультета ФGAOY BO Первый МГМУ имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) на базе отделения радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Пылова Ирина Валентиновна – канд. мед. наук, врач-радиолог отделения радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Лазутина Татьяна Николаевна – канд. мед. наук, врач-радиолог отделения радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Хамадеева Гульнара Фаридовна – клинический ординатор отделения радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Каприн Андрей Дмитриевич – академик РАН, член-корр. РАО, доктор мед. наук, профессор, главный уролог РАН, заслуженный врач РФ, генеральный директор ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России, заведующий кафедрой урологии и оперативной нефрологии с курсом онкоурологии медицинского факультета медицинского института ФGAOY BO “Российский университет дружбы народов”, Москва.

Contact*: Alexey V. Leontyev – 125284 Moscow, Russia, 2th Botkinskij proezd, 3. Phone: +7-495-9458718. E-mail: aleksleont@yandex.ru

Alexey V. Leontyev – cand. of med. sci., Head of Nuclear Medicine Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Center of Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow.

Natalia A. Rubtsova – doct. of med. sci., Head of Radiology Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Center of Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow.

Alexander I. Khalimon – radiologist of CT and MRI Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Radiological Center” of the Ministry of Healthcare of Russia, Moscow.

Magomed T. Kuliev – Resident of Oncology, Radiotherapy and Plastic Surgery Department of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University) based at the Nuclear Medicine Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Radiological Center” of the Ministry of Healthcare of Russia, Moscow.

Irina V. Pylova – cand. of med. sci., nuclear medicine physician of Nuclear Medicine Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Center of Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow.

Tatyana N. Lazutina – cand. of med. sci., nuclear medicine physician of Nuclear Medicine Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Center of Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow.

Gulnara F. Khamadeeva – Resident of Nuclear Medicine Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Center of Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow.

Andrey D. Kaprin – Full Member of the Russian Academy of Sciences, Corresponding member of Russian Academy of Education, doct. of med. sci., Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Chief urologist of the Russian Academy of Sciences, General Director of “National Medical Radiological Research Center” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Head of Department of urology and surgical nephrology with a course of oncology at the medical faculty of medical institute of The Peoples' Friendship University of Russia, Moscow.

Поступила в редакцию 20.02.2019.

Принята к печати 03.04.2019.

Received on 20.02.2019.

Accepted for publication on 03.04.2019.



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-100-108

Когнитивная мпМРТ/ТРУЗИ fusion-биопсия предстательной железы с использованием компрессионной соноэластографии

Васильев А.В.^{1*}, Мищенко А.В.¹, Кадырлеев Р.А.¹,
Петрова А.С.¹, Носов А.К.¹, Рева С.А.², Данилов В.В.¹, Беркут М.В.¹

¹ ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Cognitive mpMRI/TRUS biopsy of the prostate with using strain elastography

Vasilev A.V.^{1*}, Mishchenko A.V.¹, Kadyrleev R.A.¹,
Petrova A.S.¹, Nosov A.K.¹, Reva S.A.², Danilov V.V.¹, Berkut M.V.¹

¹ National Medical Research Center of Oncology named after N. N. Petrov, St. Petersburg, Russia

² First Pavlov State Medical University of St. Petersburg, St. Petersburg, Russia

Цель исследования: оценка эффективности обнаружения рака предстательной железы методом когнитивной мпМРТ/ТРУЗИ fusion-биопсии предстательной железы, в том числе с использованием компрессионной соноэластографии.

Материал и методы. Когнитивная трансректальная fusion-биопсия предстательной железы проведена 32 пациентам. По данным предварительно проведенной мпМРТ заподозрено 33 очага, подозрительных на рак предстательной железы (PI-RADSv2 = 3–5). Перед биопсией всем пациентам было выполнено ультразвуковое планирование с использованием компрессионной соноэластографии. Оценка результатов точности производилась по данным патоморфологического исследования биоптатов предстательной железы.

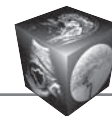
Результаты. Общая чувствительность прицельной биопсии составила 76%, системной – 49%. Количество биоптатов с клинически значимой суммой Глисона в группе прицельной биопсии – 85% от столбиков с выявленной опухолью, в группе системной биопсии – 68%. В среднем сумма Глисона в прицельных столбиках – $7,5 \pm 0,9$, в системных – $7,2 \pm 0,9$. В среднем в прицельных столбиках процент опухоли составил $72,0 \pm 29\%$, в системных – $55 \pm 35\%$. При этом суммарный ложноположительный результат мпМРТ составил 15%. Общая чувствительность компрессионной соноэластографии в выявлении опухолевого очага составила 69%, клинически значимый рак выявлен в 71% всех столбиков с обнаруженной карциномой. Ложноположительный результат эластографии наблюдался в 18% случаев.

Заключение. Когнитивная мпМРТ/ТРУЗИ fusion-биопсия способна улучшить обнаружение клинически значимого рака предстательной железы и уменьшить количество выявленных случаев клинически незначимого рака по сравнению с системной биопсией. При тотальном или субтотальном опухолевом поражении по данным мпМРТ для морфологической верификации опухоли возможно взятие меньшего количества столбиков. Применение компрессионной соноэластографии как дополнительного параметра навигации при когнитивной мпМРТ/ТРУЗИ fusion-биопсии может рассматриваться как перспективный способ повышения выявляемости клинически значимого рака предстательной железы.

Ключевые слова: когнитивная fusion-биопсия предстательной железы, рак предстательной железы, мультипараметрическая магнитно-резонансная томография, компрессионная эластография.

Ссылка для цитирования: Васильев А.В., Мищенко А.В., Кадырлеев Р.А., Петрова А.С., Носов А.К., Рева С.А., Данилов В.В., Беркут М.В. Когнитивная мпМРТ/ТРУЗИ fusion-биопсия предстательной железы с использованием компрессионной соноэластографии. *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 100–108. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-100-108.

Purpose. To evaluate the effectiveness of prostate cancer detection with method of cognitive mpMRI/TRUS fusion biopsy using strain sonoelastography.



Materials and methods. Cognitive transrectal fusion biopsy of prostate was performed in 32 patients. According to the data of a preliminary conducted mpMRI, 33 foci suspicious of prostate cancer were included (PI-RADSv2 = 3–5). Before the biopsy, all patients underwent ultrasound planning using compression sonoelastography.

Results. The overall sensitivity was 76% for the targeted biopsy, and 49% for systematic biopsy. The number of biopsy specimens with a clinically significant Gleason grade in the targeted biopsy group was 85% of all columns with cancer specimens, in the systematic biopsy group this number was 68%. On average, the Gleason grade after targeted biopsy was 7.5 ± 0.9 , and it was 7.2 ± 0.9 in the columns after systematic biopsy. On average, the percentage of tumor in the columns after targeted biopsy was $72\% \pm 29\%$ and it was $55\% \pm 35\%$ in the columns after systematic biopsy. The false positive for mpMRI was 15%. The overall sensitivity for the strain sonoelastography was 69% in this study, clinically significant cancer was detected in 71% of all columns with cancer specimens. False positive for elastography was observed in 18% of cases.

Conclusion. Comparing with systematic biopsy, cognitive mpMRI / TRUS fusion biopsy can improve the detection rate of clinically significant prostate cancer and reduce the number of detected cases of clinically insignificant cancer. In cases of a total or subtotal tumor lesion in the peripheral zone detected on mpMRI, it is possible to take fewer columns for morphological verification of the tumor. The use of compression sonoelastography as an additional parameter of navigation in cognitive mpMRI/TRUS fusion biopsy can be considered as a promising way to increase the detection rate of clinically significant prostate cancer.

Key words: Cognitive fusion prostate biopsy, prostate cancer, multi-parametric magnetic resonance imaging, strain elastography.

Recommended citation: Vasilev A.V., Mishchenko A.V., Kadyrleev R.A., Petrova A.S., Nosov A.K., Reva S.A., Danilov V.V., Berkut M.V. Cognitive mpMRI/TRUS biopsy of the prostate with using strain elastography. *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 100–108.
DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-100-108.

Введение

В связи с активным развитием мультипараметрической магнитно-резонансной томографии (мпМРТ) публикуется все больше исследований о возможностях ее использования для увеличения точности диагностики рака предстательной железы. Многие работы посвящены аппаратной МРТ/ТРУЗИ fusion-биопсии [1–8]. Когнитивное совмещение в литературе обсуждается не так широко, хотя для его применения не требуется специального дополнительного оборудования во время биопсии, а также обучение оператора происходит гораздо быстрее [2, 3, 5].

Что касается эффективности когнитивной fusion-биопсии, то результаты исследователей разнятся в сравнении с аппаратным совмещением, однако во всех случаях отмечается превосходство над системной биопсией [1–3, 7, 9].

Основные методики забора прицельных биоптатов сводятся к одному или нескольким столбикам в участках, подозрительных на опухолевые по данным мпМРТ [2, 3, 10], или к так называемой зональной сатурационной биопсии, при которой производится биопсия в 2–6 прицельных точках из зоны предполагаемого расположения опухоли по системе PI-RADSv2 [3, 10].

В литературе широко представлены данные применения соноэластографии в диагностике рака предстательной железы [11, 12], однако публикаций, описывающих ее использование при применении мпМРТ/ТРУЗИ когнитивной навигации, нами не обнаружено.

Цель исследования

Оценка эффективности обнаружения рака предстательной железы методом когнитивной мпМРТ/ТРУЗИ fusion-биопсии предстательной железы, оценка эффективности использования компрессионной соноэластографии при проведении когнитивной мпМРТ /ТРУЗИ fusion-биопсии.

Материал и методы

Исследование проводилось в несколько этапов.

На первом этапе проводилась интерпретация мпМРТ-изображений. Для описания локализации опухоли и вероятности клинически значимого рака использовалась система PI-RADSv2. Оценка поражения предстательной железы производилась на сериях T2-взвешенных изображений (Т2ВИ), диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ), картах измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) и сериях T1ВИ с динамическим контрастным усилением (ДКУ) (рис. 1, 2). Исследования выполнялись в разных клиниках на 1,5 или 3 Тл МРТ-системах. Однако предварительный анализ всех изображений проводился совместно с врачами-рентгенологами и врачами ультразвуковой диагностики, имеющими опыт интерпретации данных мпМРТ по PI-RADSv2 не менее 5 лет.

Критериями отбора пациентов служили наличие в предстательной железе участков, подозрительных на клинически значимый рак при интерпретации данных мпМРТ (PI-RADSv2 = 5, 4 и 3), а также повышение концентрации общего простатспецифического антигена (ПСА) крови выше 4 нг/мл.

На втором этапе проводилось предварительное трансректальное ультразвуковое планирование биопсии. Укладка пациента – лежа на левом боку. После предварительной обработки операционного поля и при местном обезболивании слизистой прямой кишки препаратом анестетика и антисептика в форме геля выполнялось транс-

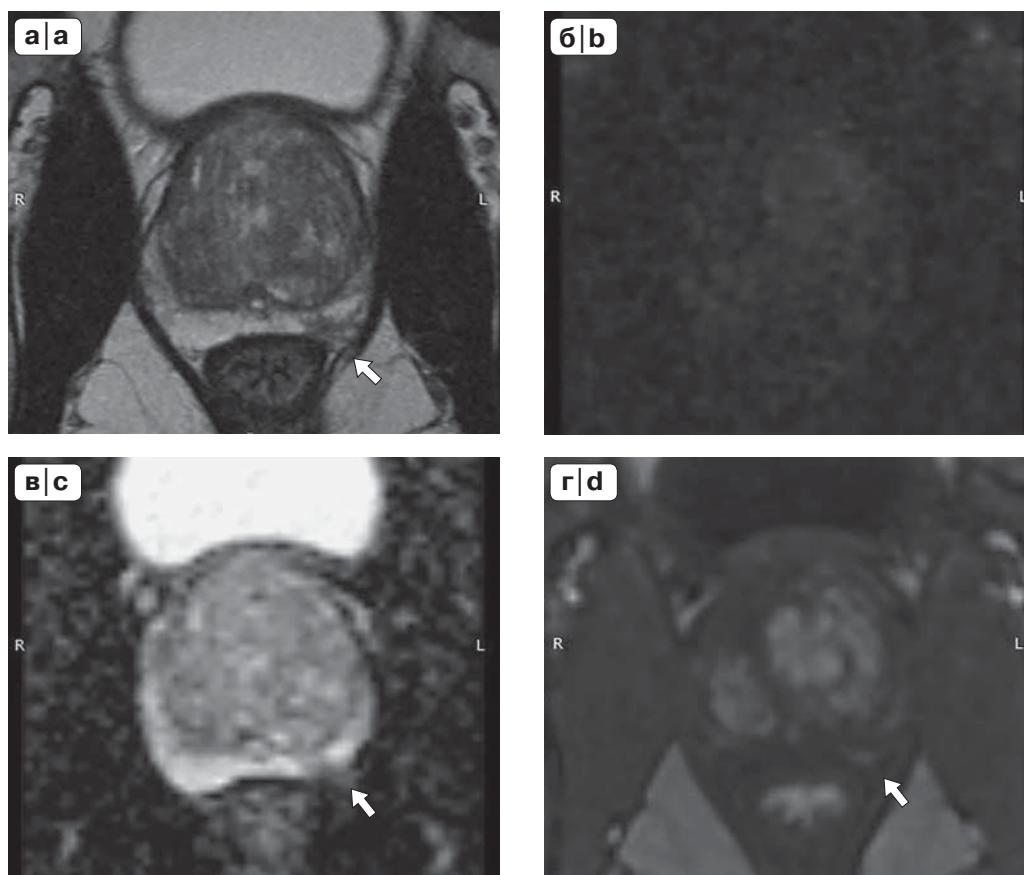


Рис. 1. МпМРТ-изображения предстательной железы (аксиальная плоскость). Пациент Ф., 53 года. а – Т2ВИ; б – ДВИ ($b > 800$ с/мм²); в – ИКД; г – ДКУ. В левой доле предстательной железы на границе зон PZpl и PZpm на границе средней трети и верхушки определяется участок снижения МР-сигнала на Т2ВИ и карте ИКД, изоинтенсивный на ДВИ, при ДКУ характеризуется более ранним интенсивным накоплением парамагнетика, размерами 10 × 9 мм (PI-RADSv2 = 4) (стрелка).

Fig. 1. mpMRT of prostate (axial images). Patient F., 53 years old. а – T2-WI; б – DWI ($b > 800$ s / mm²); в – ADC; д – DCE (wash-in map). T2WI and ADC show hypointense signal on the border of PZpl and PZpm on the border middle third and apical third of left lobe, DWI shows iso-intensive signal, axial dynamic contrast-enhanced image shows early intense enhancement, 10 × 9 mm (PI-RADSv2 = 4) (arrow).

ректальное УЗИ (ТРУЗИ). Для предварительного планирования и проведения биопсии использовался внутритростной микроконвексный датчик. Оценивались размеры предстательной железы, очаговые образования в В-режиме, кровотоки в режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) и режиме энергетического доплера (ЭД). Особое внимание уделялось компрессионной соноэластографии. При эластотипировании были использованы критерии Камоi и соавт. (2008) (цит. по [11]) (рис. 3). Когнитивно сопоставлялась локализация очагов, подозрительных на рак, по данным мпМРТ с ультразвуковыми изображениями. Задача несколько облегчалась, если рядом с предполагаемой опухолевой зоной располагался какой-либо анатомический ориентир, например киста или узел гиперплазии.

Третий этап – это непосредственное выполнение биопсии. После когнитивного совмещения, если подозрительная на опухоль зона локализовалась вне точек предполагаемой системной биопсии, то при помощи иглы для гильотинной трепан-биопсии диаметром 18 G сначала забирались столбики из дополнительных прицельных вколов (1–2 точки) (рис. 4). Глубина забора тканей составляла 22 мм.

Далее выполнялась системная биопсия из 12 стандартных точек в периферической зоне (по 6 с каждой стороны) с отражением вколов на схеме PI-RADSv2 (рис. 5, 6), за исключением 2 случаев тотального поражения предстательной железы по данным мпМРТ, где количество столбиков было меньше. Каждый биоптат помещался в отдельный маркированный флакон с 10% фор-

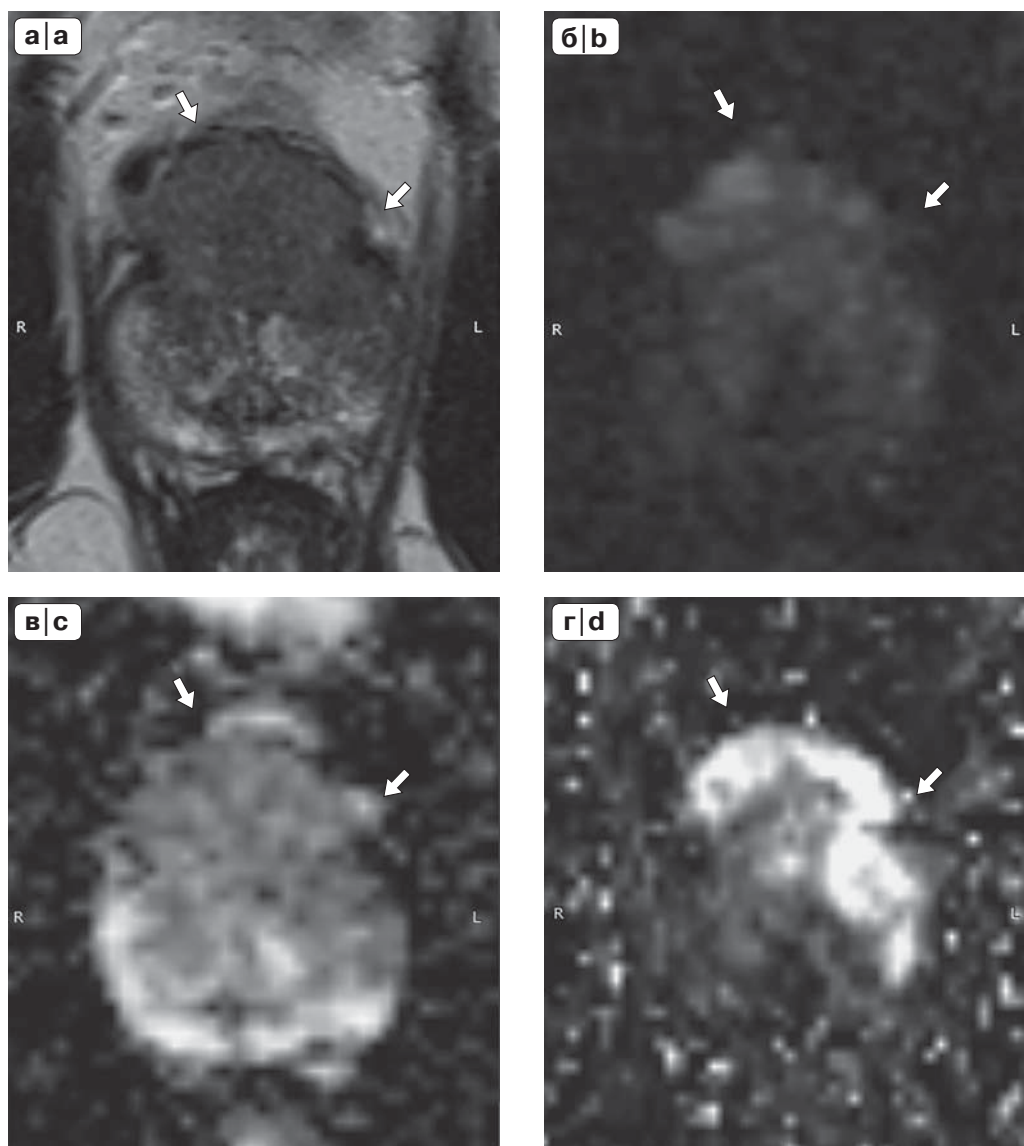
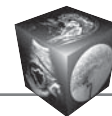


Рис. 2. МпМРТ-изображения предстательной железы (аксиальная плоскость). Пациент А., 64 года. а – Т2ВИ; б – ДВИ ($b > 800$ с/мм²); в – ИКД; г – ДКУ (карта wash-in). В зоне AS с переходом на зону PZa левой доли предстательной железы определяется участок снижения интенсивности МР-сигнала на Т2ВИ, с нечеткими контурами, повышенного сигнала на ДВИ, сниженного на ИКД, с признаками асимметричной гипervasкулярности, размерами более 15 мм (PI-RADSv2 = 5) (стрелка).

Fig. 2. mpMRT images of the prostate (axial images). Patient A., 64 years old. а – T2-WI; б – DWI ($b > 800$ s / mm²); в – ADC; д – DCE (wash-in map). T2WI shows hypointense signal in AS, with extension into PZa of left lobe, with uneven margins, DWI shows an hyperintense signal, ADC shows hypointense signal, axial dynamic contrast-enhanced image shows intense asymmetric enhancement, more than 15 mm (arrow).

малином. После проводилось контрольное УЗИ области биопсии с целью исключения возможных осложнений. Заканчивалась процедура установкой тампона с мазью Левомеколь в прямую кишку.

На заключительном этапе проводилась регистрация процедуры. В протоколе биопсии описывались результаты предварительного ультразвукового планирования, ход процедуры, указывались точки взятия биоптатов согласно схеме PI-RADSv2.

Всего трансректальная гильотинная трепан-биопсия предстательной железы с использованием методики когнитивного совмещения мпМРТ и ТРУЗИ проведена у 32 пациентов. Было маркировано 33 очага, подозрительных на рак (15 очагов PI-RADSv2 = 5 (45%), 15 очагов PI-RADSv2 = 4 (46%) и 3 очага PI-RADSv2 = 3 (9%)).

Прицельными считались столбики, совпадающие с зоной расположения патологического

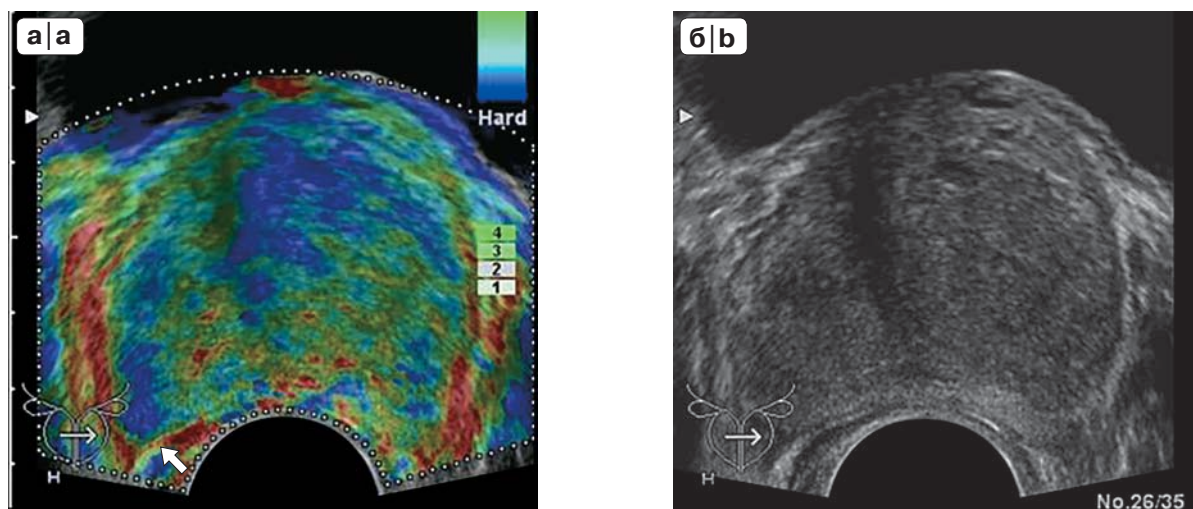


Рис. 3. ТРУЗИ предстательной железы пациента Ф., 53 лет (аксиальная плоскость). Режим компрессионной соноэластографии (а) и В-режим (б). Метка датчика соответствует левой доле предстательной железы. В левой доле в зоне PZpl определяется асимметричное повышение жесткости при эластографии (синий цвет) без явного гипохойчного очага в В-режиме (тип 3 по Kamoj et al. (2008)) – участок подозрителен на рак (стрелка).

Fig. 3. Transrectal ultrasound examination of the prostate gland of patient F., 53 years old (axial images). Strain sonoelastography (a) and B-mode (b). Sensor label corresponds to the left lobe of the prostate. An increased asymmetrical level of elasticity is visualized in PZpl of left lobe (blue color), whereas B-mode shows no evident hypoechoic mass (type 3 according to Kamoj et al. (2008)) – the focus is suspicious of cancer (arrow).

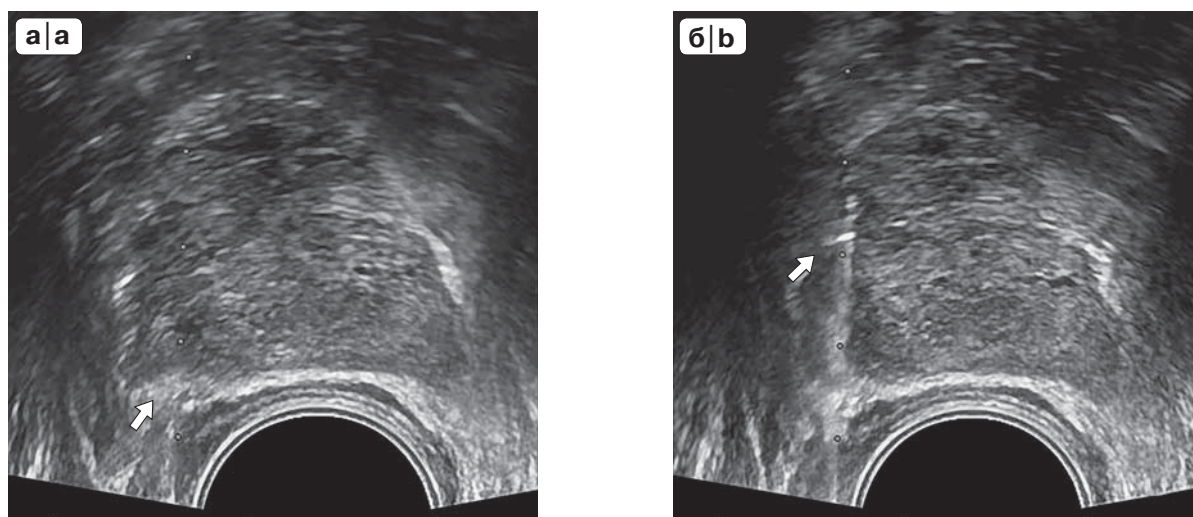


Рис. 4. Этап ультразвукового наведения при биопсии предстательной железы пациента А., 64 лет (В-режим). Метка датчика соответствует левой доле предстательной железы. а – игла для трепанбиопсии (стрелка) возле края левой доли предстательной железы; б – момент выстрела биопсийной иглы, забор ткани из подозрительного очага (стрелка).

Fig. 4. Ultrasound-guided stage during prostate biopsy of patient A., 64 years old (B-mode). Sensor label corresponds to the left lobe of the prostate gland. а – core biopsy needle (arrow) near the edge of the left lobe of the prostate; б – The moment of biopsy needle shot, tissue sampling from a suspicious focus (arrow).

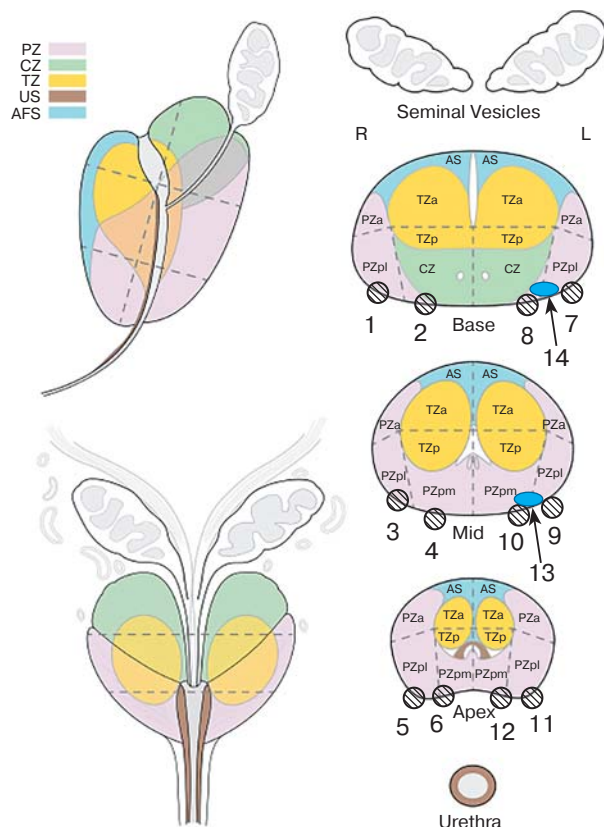


Рис. 5. Схема биопсии пациента Ф., 53 лет. Номерами 1–12 обозначены точки системной биопсии. Синяя зона – подозрительный очаг PI-RADSv2 = 4. Вколы 13, 14 – прицельные.

Fig. 5. Biopsy scheme of patient F., 53 years old. Numbers 1–12 are for system biopsy points. Suspicious focus (PI-RADSv2 = 4) is blue. Numbers 13, 14 are for targeted biopsy.

участка по критериям PI-RADSv2 при системной биопсии, а также дополнительные биоптаты, взятые из данной области (при подсчете приведенных ранее результатов системные биоптаты, взятые из зон, соответствующих расположению опухоли, по данным мПМРТ, рассматривались и как прицельные, и как системные).

Учитывались показатели суммы Глисона в прицельных и системных столбиках, а также протяженность опухолевой ткани в них. Клинически значимой принята сумма Глисона выше 7 (3+4) включительно [6]. Для удобства в статистических расчетах сумма Глисона 7 (3+4) принята за 7, сумма Глисона 7 (4+3) принята за 7,5.

Простатэктомия выполнена 17 (53%) пациентам, поэтому основой гистологической оценки в данном исследовании приняты результаты биопсии.

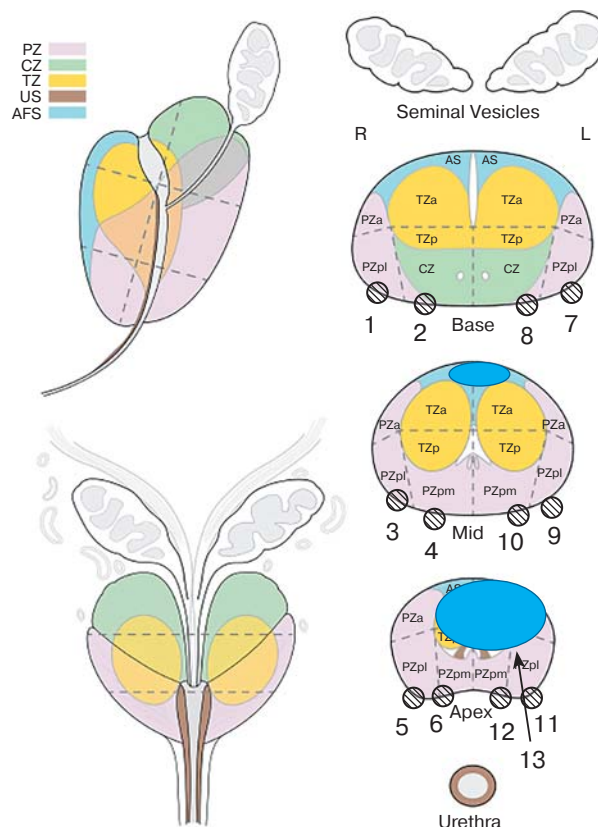


Рис. 6. Схема биопсии пациента А., 64 лет. Номерами 1–12 обозначены точки системной биопсии. Синяя зона – подозрительный очаг PI-RADSv2 = 4. Вкол 13 – прицельный.

Fig. 6. Biopsy scheme of patient A., 64 years old. Numbers 1–12 are for system biopsy points. Suspicious focus (PI-RADSv2 = 4) is blue. Number 13 is for targeted biopsy.

Со всеми пациентами заранее проводилось обсуждение предлагаемой тактики диагностики, оценивались риски и возможные последствия, ими было подписано информированное согласие.

Результаты

Уровень общего ПСА крови распределился от 0,6 до 300,0 (в среднем $36,3 \pm 73,4$) нг/мл, его концентрация ниже 4,0 нг/мл была у 2 пациентов с очагами PI-RADSv2 = 5.

Объем предстательной железы составлял от 24,0 до 102,0 см³, в среднем $53,9 \pm 24,4$ см³.

Максимальные размеры очагов распределились от 6 до 64 (в среднем 20 ± 15) мм, минимальные размеры – от 5 до 44 (в среднем 14 ± 12) мм.

Чувствительность прицельной биопсии (отношение количества столбиков с выявленным раком



к общему числу прицельных вколов) составила 76%, системной – 49%. Количество биоптатов с клинически значимой суммой Глисона в группе прицельной биопсии – 85%, в группе системной биопсии – 68%.

В обеих выборках определялась сумма Глисона от 6 (3+3) до 9 (4+5). При этом в среднем сумма Глисона в прицельных столбиках составила $7,5 \pm 0,9$, в системных – $7,2 \pm 0,9$ ($p \leq 0,05$).

Процент опухоли в столбике распределился от 5 до 100%. Показательно, что в среднем в прицельных столбиках данный критерий составил $72 \pm 29\%$, в системных – $55 \pm 35\%$ ($p \leq 0,05$).

Следует отметить, что в 7 случаях в прицельных столбиках рака не выявлено (из них 5 очагов PI-RADSv2 = 4 и 2 очага PI-RADSv2 = 3; ложноположительный результат мпМРТ – 15%). При этом у 1 (3%) из данных пациентов с наличием очага PI-RADSv2 = 4 (размером 8 x 7 мм) опухоль не обнаружена как в прицельных, так и в системных вколах. В 5 (15%) случаях обнаружен рак с клинически незначимой суммой Глисона 6 (3+3) только по данным системной биопсии. В 1 (3%) случае выявлена опухоль с суммой Глисона 7 (3+4), однако ее протяженность в единственном столбике составила только 20%.

Если рассматривать совпадающие системные вколы с маркерным очагом как прицельные, то результаты прицельной биопсии показали еще более внушительные цифры. При таком подходе средняя максимальная сумма Глисона прицельных биоптатов составила $7,3 \pm 0,9$, а “неприцельных” – $6,8 \pm 0,8$ ($p \leq 0,05$). Чувствительность прицельной биопсии находилась на уровне 79,0%, клинически значимая сумма Глисона выявлялась в 77,0% случаев подтвержденного рака. Чувствительность “неприцельной” биопсии – 73,0%, клинически значимая сумма Глисона выявлена в 46% биоптатах с выявленным раком. Что же касается процента опухоли в столбике, то в прицельных биоптатах среднее ее максимальных значений будет $70,0 \pm 32,4\%$, в системных – $48,0 \pm 29,5\%$ ($p \leq 0,05$).

Достоверно судить о ложноотрицательных значениях мпМРТ невозможно, поскольку простатэктомия выполнена далеко не всем пациентам.

Как указывалось выше, у 6 (18%) пациентов, по данным мпМРТ, отмечалось тотальное или субтотальное поражение простаты. У 5 из них все биоптаты предстательной железы выявили опухоль, у 1 – в 9 из 12 биоптатов обнаружен клинически значимый рак (карцинома не выявлена в 5,3% столбиков).

Если рассчитать показатели рассматриваемых видов биопсии без учета тотального и субтотального поражений, то чувствительность прицельного

метода составляет 63% (клинически значимая сумма Глисона определялась в 71% биоптатов с установленным раком), чувствительность системного метода составит 40% (клинически значимая сумма Глисона – в 53% столбиках с подтвержденной карциномой). Средняя сумма Глисона в прицельной группе – $7,1 \pm 0,74$, средний процент опухоли в столбике – $59 \pm 29\%$. Средняя сумма Глисона в системной группе составила $6,8 \pm 0,8$, средний процент опухоли в столбике – $42 \pm 31\%$. При этом средний максимальный размер очага составил 17 ± 12 мм, средний минимальный размер – 11 ± 9 мм.

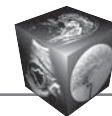
Во всех случаях перед биопсией проводилось предварительное ультразвуковое планирование с использованием компрессионной соноэластографии. Количество случаев совпадения асимметричного повышения жесткости очага, выявляемого по мпМРТ, и клинически значимой суммы Глисона в зоне поражения составило 17 (52%). При этом в 3 (9%) случаях в зоне асимметричного увеличения жесткости выявляемого по мпМРТ очага обнаружен рак с клинически незначимой суммой Глисона. Однако в 3 (9%) случаях в зоне выявляемого по мпМРТ очага при отсутствии асимметричного повышения жесткости выявлена опухоль с клинически значимой суммой Глисона. Еще в 2 (6%) случаях в участке, подозрительном на рак, без асимметричного повышения жесткости при эластографии по данным гистологии определяется клинически незначимая сумма Глисона. В 5 (15%) случаях выявлена опухоль вне зоны, определенной по мпМРТ и не выявленной при эластографии (из них только 1 (3%) случай клинически значимой суммы Глисона). Вместе с тем в 3 (9%) случаях при совпадении зоны повышенной жесткости и области опухолевого поражения по данным мпМРТ в подозрительном участке опухоль не выявлена.

Таким образом, в данном исследовании общая чувствительность компрессионной соноэластографии составила 69%. Клинически значимая сумма Глисона выявлена в 71% случаев выявленного рака из очагов повышенной жесткости при эластографии. Ложноположительный результат наблюдался в 18% всех случаев.

Если оценивать только случаи выявленной клинически значимой суммы Глисона, то чувствительность эластографии составила 81%.

Обсуждение

У абсолютного большинства исследованных пациентов с выявленным раком предстательной железы отмечается повышенный уровень общего ПСА крови, что соответствует данным мировой



литературы [11, 13]. Однако крайне показательны 2 случая низкой концентрации данного маркера у пациентов с поражением, соответствующим PI-RADSv2 = 5. Это подтверждает относительность уровня ПСА как критерия опухолевого поражения, даже в случае большого объема опухолевого поражения. Данную вероятность следует всегда учитывать и использовать комплексную диагностику рака предстательной железы.

Средние размеры подозрительных на рак очагов более 10 мм «компенсировались» довольно большим средним объемом предстательной железы. Также следует отметить, что у некоторых пациентов подозревалось тотальное и субтотальное опухолевое поражение периферической зоны, что повлияло на среднее значение размеров очагов. Более того, при исключении из расчетов данной когорты пациентов и как следствие уменьшении среднего размера очага показатели в группе прицельной биопсии также существенно превосходят результаты системной биопсии.

Необходимо отметить тот факт, что чувствительность прицельной биопсии и процент биоптатов с клинически значимой суммой Глисона при прицельной биопсии оказались выше. Также стоит подчеркнуть, что наблюдалась большая разница в среднем проценте опухоли в столбике в пользу прицельных вколов. Включение в выборку случаев с тотальным поражением периферической зоны, вероятно, обусловило не столь выраженную разницу средней суммы Глисона между группами, однако вариант подсчета, в котором все столбики в участке, подозрительном на опухолевый, рассматривались только как прицельные и использовались только максимальные значения, продемонстрировал более значимое отличие. Это обстоятельство в очередной раз подчеркивает диагностическую точность мпМРТ, а также позволяет оператору более уверенно осуществлять дополнительные вколы в участках, подозрительных на рак согласно схеме PI-RADSv2, особенно, если не выявлено очевидных признаков карциномы при ТРУЗИ.

Компрессионная соноэластография в данном исследовании показала неплохой уровень общей чувствительности и процент выявления клинически значимого рака. Наблюдался относительно небольшой процент ложноположительных результатов данного метода. Также следует отметить, что участки повышенной жесткости при эластографии более чем в половине случаев совпадали с очагом, подозрительным на опухоль при мпМРТ, что способствовало улучшению навигации при биопсии. В большинстве зон асимметричной повышенной жесткости выявлен клинически значимый

рак. Данные результаты позволяют рассматривать компрессионную эластографию как дополнительный метод навигации при когнитивной мпМРТ/ТРУЗИ fusion-биопсии предстательной железы.

Заключение

Когнитивная мпМРТ/ТРУЗИ fusion-биопсия способна улучшить обнаружение клинически значимого рака предстательной железы и уменьшить количество выявленных случаев клинически незначимого рака по сравнению с системной биопсией.

При тотальном опухолевом поражении периферической зоны, по данным мпМРТ, для морфологической верификации опухоли возможно взятие меньшего количества столбиков, что сопровождается ускорением процедуры, меньшим дискомфортом пациента, меньшими затратами на гистологическое исследование и ускорением патоморфологического анализа.

Применение компрессионной соноэластографии как дополнительного параметра навигации при когнитивной мпМРТ/ТРУЗИ fusion-биопсии может рассматриваться как перспективный способ повышения выявляемости клинически значимого рака предстательной железы.

Список литературы [References]

1. Le J.D., Huang J., Marks L.S. Targeted prostate biopsy: value of multiparametric magnetic resonance imaging in detection of localized cancer. *Asian J. Andrology*. 2014; 16:522–529. <http://doi.org/10.4103/1008-682X.122864>.
2. Puech P., Rouvière O., Renard-Penna R., Villers A., Devos P., Colombel M., Bitker M.-O., Leroy X., Mège-Lechevallier F., Comperat E., Ouzzane A., Lemaître L. Prostate cancer diagnosis: Multiparametric MR-targeted biopsy with cognitive and transrectal US-MR fusion guidance versus systematic biopsy – prospective multicenter study. *Radiology*. 2013; 268 (2): 461–469. <http://doi.org/10.1148/radiol.13121501>.
3. Kaufmann S., Russo G.I., Bamberg F., Löwe L., Morgia G., Nikolaou K., Stenzl A., Kruck S., Bedke J. Prostate cancer detection in patients with prior negative biopsy undergoing cognitive, robotic or in bore MRI target biopsy. *Wld J. Urol*. 2018; 36: 761–768. <http://doi.org/10.1007/s00345-018-2189-7>.
4. Oderda M., Faletti R., Battisti G., Dalmasso E., Falcone M., Marra G., Palazzetti A., Zitella A., Bergamasco L., Gandini G., Gontero P. Prostate cancer detection rate with Koelis fusion biopsies versus cognitive biopsies: a comparative study. *Urologia Internationalis*. 2016; 97: 230–237. <http://doi.org/10.1159/000445524>.
5. Marks L., Young Sh., Natarajan Sh. MRI-ultrasound fusion for guidance of targeted prostate biopsy. *Curr. Opin. Urol*. 2013; 23(1): 43–50. <http://doi.org/10.1097/MOU.0b013e32835ad3ee>.
6. Cool D.W., Zhang X., Romagnoli C., Izawa J.I., Romano W.M., Fenster A. Evaluation of MRI-TRUS fusion versus cognitive registration accuracy for MRI-Targeted, TRUS-guided prostate biopsy. *Am. J. Roentgenol*. 2015; 204: 83–91. <http://doi.org/10.2214/AJR.14.12681>.



7. Kam J., Yuminaga Y., Kim R., Aluwihare K., Macneil F., Ouyang R., Ruthven S., Louie-Johnsun M. Does magnetic resonance imaging-guided biopsy improve prostate cancer detection? A comparison of systematic, cognitive fusion and ultrasound fusion prostate biopsy. *Prostate Int.* 2018; 6: 88–93. <http://doi.org/10.1016/j.pnil.2017.10.003>.
8. Marra G., Ploussard G., Futterer J., Valerio M. Controversies in MR targeted biopsy: alone or combined, cognitive versus software-based fusion, transrectal versus transperineal approach? *Wld J. Urol.* 2019; 37: 277–287. <http://doi.org/10.1007/s00345-018-02622-5>.
9. Murphy I.G., NiMhurchu E., Gibney R.G., McMahon C.J. MRI-directed cognitive fusion-guided biopsy of the anterior prostate tumors. *Diagn. Intervent. Radiol.* 2017; 23: 87–93. <http://doi.org/10.5152/dir.2016.15445>.
10. Galosi A.B., Maselli G., Sbrollini G. Cognitive zonal fusion biopsy of the prostate: Original technique between target and saturation. *Archivio Italiano di Urologia e Andrologia.* 2016; 88 (4): 292–295. <http://doi.org/10.4081/aiua.2016.4.292>.
11. Barr R.G., Cosgrove D., Brock M., Cantisani V., Correas J.M., Postema A. W., Salomon G., Tsutsumi M., Xu H.-X., Dietrich C.F. WFUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Ultrasound Elastography: Part 5. Prostate. *Ultrasound Med. Biol.* 2017; 43 (1): 27–48. <http://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2016.06.020>.
12. Junker D., Schäfer G., Kobel C., Kremser C., Bektic J., Jaschke W., Aigner F. Comparison of real-time elastography and multiparametric MRI for prostate cancer detection: a whole-mount step-section analysis. *Am. J. Roentgenol.* 2014; 202 (3): 263–269. <http://doi.org/10.2214/AJR.13.11061>.
13. Fenton J.J., Weyrich M.S., Durbin S., Liu Y, Bang H, Melnikow J. Prostate-specific antigen-based screening for prostate cancer evidence report and systematic review for the US preventive services task force. *JAMA.* 2018; 319 (18): 1914–1931. <http://doi.org/10.1001/jama.2018.3712>.

Для корреспонденции*: Васильев Александр Викторович – 197758, п. Песочный, Ленинградская область, Ленинградская ул., д. 68. ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”. Тел.: +7-981-845-40-50. E-mail: Alexandr-sigma@yandex.ru

Васильев Александр Викторович – врач-рентгенолог, врач ультразвуковой диагностики отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Мищенко Андрей Владимирович – доктор мед. наук, заведующий научным отделением диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”; профессор НК и ОЦ “Лучевая диагностика и ядерная медицина” СПбГУ, Санкт-Петербург.

Кадырлеев Роман Андреевич – врач ультразвуковой диагностики отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Петрова Анна Сергеевна – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Носов Александр Константинович – канд. мед. наук, заведующий хирургическим отделением онкоурологии и общей онкологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Рева Сергей Александрович – канд. мед. наук, руководитель отделения онкоурологии ПСПбГМУ имени академика И.П. Павлова, Санкт-Петербург.

Данилов Всеволод Вячеславович – клинический ординатор ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Беркут Мария Владимировна – врач-онколог отделения онкоурологии и общей онкологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Contact*: Aleksandr V. Vasilev – 197758 Russian Federation, St. Petersburg, Pesochny, Leningradskaya st., 68. N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology. Phone: +7-981-845-40-50. E-mail: Alexandr-sigma@yandex.ru

Aleksandr V. Vasilev – radiologist at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Andrei V. Mishchenko – doct. of med. sci., Head of the Department of Diagnostic and Interventional radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology; Professor of the Scientific Clinical and Educational Center “Radiation Diagnostics and Nuclear Medicine” of St. Petersburg State University, St. Petersburg.

Roman A. Kadyrleev – radiologist at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Anna S. Petrova – radiologist at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Aleksandr K. Nosov – cand. of med. sci., Head of the surgical oncological and urological department N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Sergej A. Reva – cand. of med. sci., Head of the surgical oncological and urological department, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg.

Vsevolod V. Danilov – resident at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

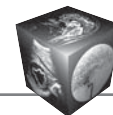
Marija V. Berkut – oncologist of the surgical oncological and urological department N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Поступила в редакцию 26.04.2019.

Принята к печати 17.05.2019.

Received on 26.04.2019.

Accepted for publication on 17.05.2019.



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-109-118

Лучевая диагностика повреждений мочевого пузыря и уретры при травме таза

Икрамов А.И.¹, Халибаева Г.Б.^{1, 2*}

¹ Ташкентский институт усовершенствования врачей, Ташкент, Узбекистан

² Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи, Ташкент, Узбекистан

Radiology diagnostics of bladder and urethral injuries in pelvic trauma

Ikramov A.I.¹, Khalibaeva G.B.^{1, 2*}

¹ Tashkent Institute of Postgraduate Medical Education, Tashkent, Uzbekistan

² Republican Scientific Center of Emergency Medical Help, Tashkent, Uzbekistan

Цель исследования: определить возможности современных методов лучевой визуализации в диагностике повреждений мочевого пузыря и уретры при травме таза.

Материал и методы. Проанализированы результаты диагностического исследования 21 пациента с травматическими повреждениями мочевого пузыря и уретры, которые сочетались преимущественно с переломами костей таза, а также с изолированными повреждениями мочевого пузыря. Были использованы рентгенологический, ультразвуковой и компьютерно-томографический методы исследования.

Результаты. На основании полученных данных описана лучевая семиотика повреждений мочевого пузыря и уретры, а также определена информативность каждого из методов лучевой диагностики.

Заключение. Применение комплексного лучевого исследования повреждений мочевого пузыря и уретры при травме таза способствует оптимальному выбору тактики лечения и профилактике ранних и поздних осложнений.

Ключевые слова: повреждение мочевого пузыря и уретры, переломы костей таза, лучевая диагностика.

Ссылка для цитирования: Икрамов А.И., Халибаева Г.Б. Лучевая диагностика повреждений мочевого пузыря и уретры при травме таза. *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 109–118. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-109-118.

Purpose. To determine the capabilities of modern methods of radiology imaging in the diagnosis of bladder and urethral injuries in the pelvic trauma.

Materials and methods. Diagnostics results of 21 patients with bladder and uretra injuries, concomitant with pelvic fractures or isolated injuries of bladder were analyzed.

The X-ray, ultrasound and computed tomography examinations were used.

Results. Describing radiological signs of bladder and uretra injuries and radiological methods informativeness are based on the resulting data.

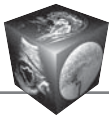
Conclusion. The use of complex radiological study of bladder and uretra injuries in pelvic trauma contributes to the optimal choice of treatment and the prevention of early and late complications.

Key words: bladder and urethral injuries, pelvic fractures, radiology diagnostics.

Recommended citation: Ikramov A.I., Khalibaeva G.B. Radiology diagnostics of bladder and urethral injuries in pelvic trauma. *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 109–118. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-109-118.

Введение

Повреждения органов мочевой системы являются актуальной проблемой в неотложной урологии, в частности травматические разрывы мочевого пузыря и уретры. Частота встречаемости травматических разрывов мочевого пузыря составляет 4,6% в структуре всех травм в практике оказания неотложной медицинской помощи в многопрофильных стационарах крупных городов. Возрастание числа повреждений мочевого пузыря обусловлено высоким уровнем дорожно-транспортных происшествий в связи с интенсивностью автомобильного движения, увеличением масштабов градостроительства и производства. Эти повреждения в 70–97% случаев носят сочетанный характер и в большинстве своем относятся к кате-



гории тяжелых (34,1%) и крайне тяжелых (49,2%) с высокой летальностью – 25,4% [1]. Такой высокий показатель объясняется развитием ранних и поздних осложнений: местные – стремительное развитие мочевого затека, перитонит, мочевого инфильтрация, абсцессы и флегмоны, связанные с анатомическими особенностями строения околопузырной клетчатки и забрюшинных фасциальных пространств; другие осложнения – кровотечение, шок, урогематомы, эмболия и сепсис [2].

Изучение механизмов разрыва мочевого пузыря показывает, что имеют значение не только величина травмирующей силы, место ее приложения и направление, но и ее внезапность. Особенностью возникновения разрыва мочевого пузыря является также степень его наполнения в момент травмы. Высокая степень наполнения мочевого пузыря меняет его анатомическое положение, приводит к возвышению его над лоном, что значительно увеличивает ранимость при травме [3]. К разрыву мочевого пузыря может привести даже незначительная травма живота у пострадавших, находящихся в состоянии алкогольного опьянения.

Повреждения мочевого пузыря различной степени тяжести встречаются у 30% пациентов с переломом костей таза. Из них более 50% переломов, ассоциированных с травмой нижних мочевых путей, составляют переломы лонных костей. Травма задних участков уретры также часто сочетается с переломами тазовых костей, в особенности при политравме, причем анатомические различия обуславливают значительное преобладание уретральной травмы у мужчин. Среди всех переломов таза высокий риск возникновения повреждений задней уретры наблюдается при нестабильных переломах таза, двусторонних переломах ветвей лонных и седалищных костей по типу “бабочки”, расхождении лонного симфиза [4–6].

Сложность диагностики сочетанного повреждения таза и нижних мочевых путей в остром периоде заключается в том, что на первый план выходит клиническая картина переломов костей, особенно осложненных значительной забрюшинной гематомой, а клиническая картина повреждения мочевого пузыря и уретры в первые часы после травмы затухает [7, 8].

Сложности клинической диагностики при сочетанных повреждениях таза и нижних мочевых путей на фоне травматического шока и развитии осложнений, трудности при проведении общепринятых рентгенологических методик при политравмах определяют необходимость внедрения современных высокотехнологичных методов диагностики начиная с этапа оказания пострадавшим неотложной экстренной помощи.

Цель исследования

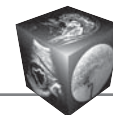
Определить возможности современных методов лучевой визуализации в диагностике повреждений мочевого пузыря и уретры при травме таза.

Материал и методы

В отделении лучевой диагностики Республиканского научного центра экстренной медицинской помощи за период 2014–2017 гг. был обследован 21 пациент: 19 с сочетанными повреждениями нижних мочевых путей и переломами костей таза и 2 пациента с изолированным повреждением мочевого пузыря (13 (62%) мужского пола и 8 (38%) женского пола). Среди пострадавших 18 (86%) больных были в наиболее трудоспособном возрасте – 25–55 лет. Большинство пострадавших пациентов имели II–III степень тяжести травматического шока. 19 пациентов были выписаны с улучшением состояния, в 2 случаях – летальный исход. Основной причиной при сочетанной травме костей таза и мочевого пузыря были дорожно-транспортные происшествия – 12 (64%) случаев. Также причинами травмы были падение с высоты – 5 (26%) случаев, в 2 (10%) случаях причина травмы оставалась неизвестна (вероятно, наезд) из-за коматозного состояния пациента, выраженного алкогольного опьянения. Травма таза наиболее часто сочеталась с черепно-мозговой травмой различной степени тяжести – 15 больных и в меньшей степени с повреждениями органов грудной клетки – 5 больных, повреждениями органов брюшной полости – 5 больных, повреждениями позвоночника – 3 больных, повреждениями других частей скелета – 10 больных.

В комплекс лучевых диагностических исследований в острый период травмы входило проведение обзорной рентгенографии костей таза в переднезадней проекции в 17 (89%) случаях, ультразвуковое исследование (УЗИ) малого таза всем пациентам при поступлении и в динамике для исключения повреждения органов брюшной полости и забрюшинного пространства, 10 (52%) пациентам – мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ). В 2 (10%) случаях была выполнена МСКТ всего тела по программе политравма без предварительного рентгенологического исследования костей таза.

Стандартная обзорная рентгенография костей таза проводилась в приемно-диагностическом отделении с помощью стационарного цифрового рентгенологического аппарата “Meratel” фирмы IMD (Италия), стационарного аппарата “Flexavision” фирмы Shimadzu (Япония) и мобильного рентгенологического аппарата “Mobilett” фирмы Siemens (Германия) в условиях шоковой палаты с исполь-



зованием цифровых кассет и обработкой изображений на CR-системах (CR30-X фирмы Agfa, Carestream Vita CR System). УЗИ органов брюшной полости и малого таза проводили по стандартной методике на ультразвуковом диагностическом аппарате DC-N3 Pro фирмы Mindray (Китай) и портативном ультразвуковом сканере VScan фирмы GE (США). При этом использовались конвексный и линейный датчики с частотой 3,5 и 7 МГц. МСКТ проводили на томографах "Somatom Perspective-64" фирмы Siemens (Германия) и "Brilliance-40" фирмы Phillips (Нидерланды). В 2 случаях выполняли МСКТ-ангиографию с автоматическим однофазовым внутривенным болюсным введением неионного контрастного препарата Юнигексол 100 мл 350 мг йода/мл со скоростью 4 мл/с.

После клинического осмотра при подозрении на повреждение мочевого пузыря или уретры проводили рентгенологические исследования по стандартной методике: восходящую цистографию – в 7 (33%) случаях, уретрографию – в 3 (14%) случаях. КТ-цистография выполнялась в 3 (14%) случаях и включала методику восходящей цистографии, а также КТ-цистографию при получении отсроченной урологической фазы во время проведения МСКТ-ангиографии. Широко использовали динамическую методику исследования мочевого пузыря под ультразвуковым контролем путем введения через уретральный катетер антисептической жидкости в количестве 300 мл и проведения сканирования малого таза в стандартных проекциях (проба Зельдовича).

Результаты методов лучевой диагностики сравнивали с результатами оперативных вмешательств и уретроцистоскопии в 16 (76%) случаях.

Результаты

Из 19 пациентов с переломами костей таза, сочетающимися с повреждениями нижних мочевых путей, повреждение мочевого пузыря было выявлено в 16 (84%) случаях. Среди различных видов повреждений были выявлены: ушиб мочевого пузыря – 4 (25%) случая, частичное повреждение стенки – 1 (6%), внутрибрюшинный разрыв – 6 (38%), внебрюшинный разрыв – 5 (31%) случаев.

Повреждение задней (мембранозная и простатическая часть) уретры наблюдалось в 2 (10%) случаях исключительно у мужчин и было представлено как частичным, так и полным разрывом стенки.

В 1 (6%) случае было выявлено смешанное повреждение – одномоментное повреждение мочевого пузыря (внебрюшинный разрыв) и уретры.

Обследование пациентов с переломами костей таза начинали с рентгенографии таза в передне-задней проекции. По данным рентгенологичес-

кого исследования определяли локализацию и характер повреждения костей таза. При поли-травмах, сопровождающихся множественными повреждениями, проводили КТ, позволяющую определять более точно локализацию переломов, ассоциированных с травмой мочевого пузыря и уретры, а также типы нарушения стабильности таза. При анализе полученных данных методов лучевой диагностики и оперативных вмешательств было выявлено, что наибольшая частота повреждения мочевого пузыря и уретры наблюдается при повреждении структур, формирующих переднее полукольцо таза, – 17 (89%) пациентов, а именно переломы лонной и седалищной костей, разрывы лонного симфиза. Высокий показатель смещения костных отломков (14 случаев (74%)) и разрыв лонного симфиза (6 случаев (32%)) увеличивали риск повреждения мочевого пузыря и уретры. В 2 (11%) случаях выявляли сочетанное повреждение мочевого пузыря и вертлужной впадины. В 6 (35%) случаях переломы переднего полукольца сочетались с повреждениями структур заднего полукольца. При сопоставлении повреждений нижних мочевых путей с типами повреждения таза согласно классификации Центра документации Ассоциации остеосинтеза было выявлено сочетание со стабильными переломами таза (тип А) в 7 (37%) случаях, с ротационно нестабильными, но вертикально стабильными (тип В) в 8 случаях (42%), ротационно и вертикально нестабильными (тип С) в 4 (21%) случаях, что определяло дальнейшую тактику совместного лечения различными специалистами.

Рентгенологическое исследование мочевого пузыря и уретры проводилось при подозрении на разрывы органов. При исследовании мочевого пузыря оценивали степень его наполнения, форму, контуры, смещение, наличие и характер затеков контрастного вещества. Как при внутрибрюшном, так и внебрюшинном виде разрывов мочевого пузыря форма его не сохранялась, местами отмечались деформация и сдавление за счет внутритазовой гематомы, контуры становились нечеткими. Прямым признаком разрыва являлось наличие и распределение затека контрастного вещества: при внутрибрюшинном разрыве затек имел полунную форму с распространением в боковые каналы и между петлями кишечника; при внебрюшинном разрыве затек имел неправильную форму с неравномерным распространением в паравезикальную клетчатку, мягкие ткани лобковой и паховой области (рис. 1). При исследовании задней уретры определяли признаки разрыва и локализацию. Признаками разрыва являлись отсутствие прохождения контрастного вещества (стоп-кон-

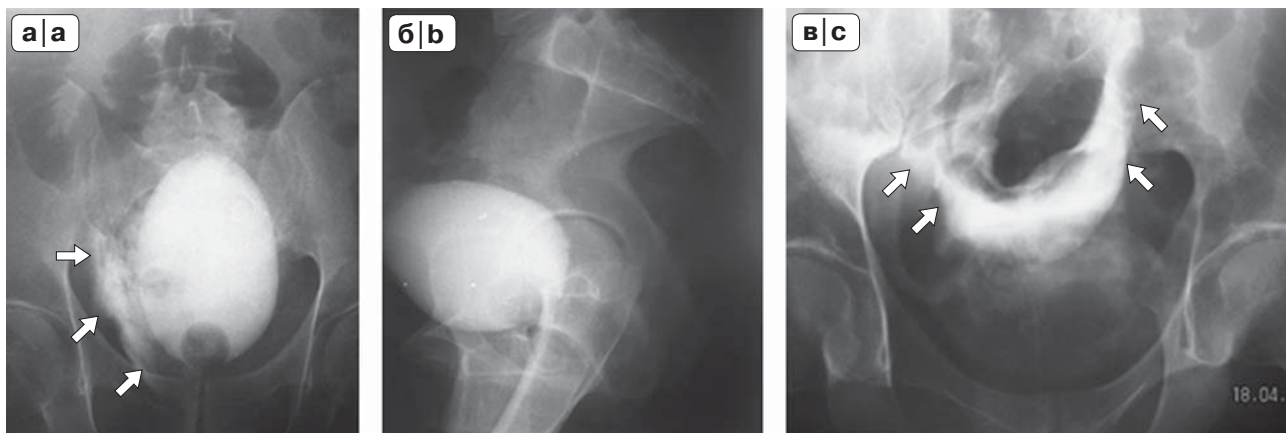
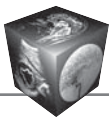


Рис. 1. Восходящая цистография. а, б – внебрюшинный разрыв мочевого пузыря: затек контрастного вещества в паравезикальное пространство справа неравномерный, неправильной формы (стрелки), в боковой проекции проецируется на тень мочевого пузыря; в – внутрибрюшинный разрыв мочевого пузыря: затек контрастного вещества полулунной формы с распространением по бокам, повторяющий контур брюшной полости (стрелки).

Fig. 1. Retrograde cystography. а, б – extraperitoneal rupture of the bladder: contrast extravasation into paravesical space on the right is uneven, irregular in shape (arrows), projected on the bladder shadow in the lateral projection; в – intraperitoneal rupture of the bladder: contrast extravasation of a semilunar form with spreading to the sides, repeating the contour of the abdominal cavity (arrow).

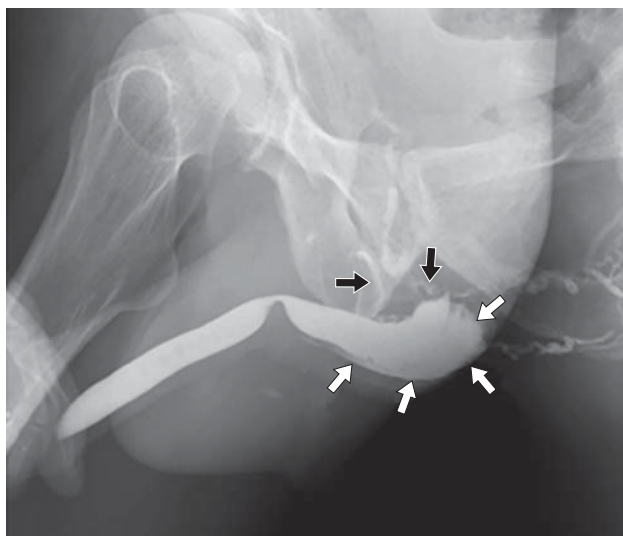


Рис. 2. Восходящая уретрография. Разрыв мембранозного отдела уретры – контуры уретры нечеткие на уровне перехода бульбарного отдела в мембранозный, затек контрастного вещества в спонгиозное тело (белые стрелки) и контрастирование поверхностных вен полового члена (черные стрелки). Перелом верхней ветви правой лонной кости.

Fig. 2. Retrograde urethrography. The rupture of the membranous part of the urethra – the contours of the urethra are fuzzy at the level of the transition of the bulbar part into the membranous one, contrast extravasation into the spongy body (white arrows) and the contrasting of the surface veins of the penis (black arrows). Fracture of the upper branch of the right pubic bone.

траст) в проксимальный отдел уретры, нечеткость и прерывистость контура уретры в области разрыва, а также затек контрастного вещества вдоль уретры (рис. 2). При сравнении данных рентгенологического исследования с данными оперативных вмешательств повреждение мочевого пузыря было подтверждено в 11 случаях из 13. В остальных 2 случаях ложноотрицательные результаты были связаны: в первом случае – с выявлением интраоперационно только поверхностного надрыва стенки мочевого пузыря без повреждения мышечного слоя, во втором случае – с наличием смешанного повреждения, где при уретроцистографии определялись признаки разрыва задней уретры в виде стоп-контраста, в связи с чем контрастировать мочевой пузырь не удалось. Ложноположительный результат при уретроцистографии был связан с выявлением признаков частичного разрыва уретры и затеком контрастного вещества, напоминающего форму мочевого пузыря, однако по данным уретроцистоскопии были выявлены признаки полного отрыва простатической части уретры. Таким образом, информативность цистографии составила 85%, уретроцистографии – 67%.

УЗИ малого таза и брюшной полости проводили при поступлении и в динамике. Ушиб мочевого пузыря в основном расценивался по данным клинко-лабораторных данных, с помощью УЗИ признаки ушиба были выявлены в 2 (50%) случаях. На фоне заполненного мочевого пузыря в одном случае выявляли интрамуральную гематому в виде локального гипозоногенного участка с гиперэхо-

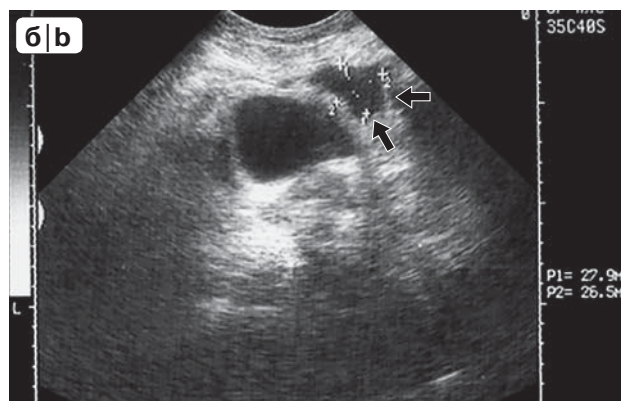
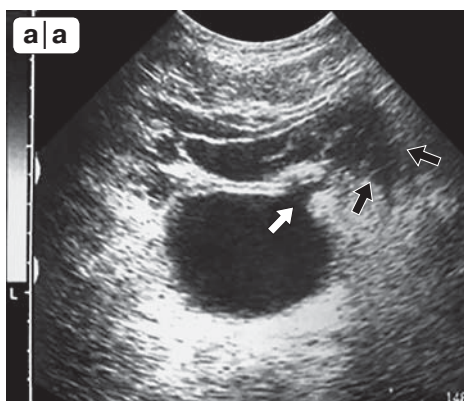
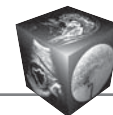


Рис. 3. Трансабдоминальное УЗИ, поперечный срез. а – разрыв мочевого пузыря – локальный участок прерывания контура стенки мочевого пузыря в верхнем правом углу (белая стрелка), свободная жидкость в паравезикальном пространстве (черные стрелки); б – при пробе Зельдовича под ультразвуковым контролем мочевой пузырь объем не сохраняет, распространение и нарастание толщины свободной жидкости в паравезикальном пространстве (стрелки).

Fig. 3. Transabdominal ultrasound, cross section. a – Bladder rupture – a local area of interruption of the contour of the bladder wall in the upper right corner (white arrow), free fluid in the paravesical space (black arrows); b – during the Zeldovich test under ultrasound control, the bladder does not retain volume, spreading and the increasing in the thickness of the free fluid in paravesical space (arrows).

генными включениями, в другом случае – диффузное гиперэхогенное уплотнение стенок мочевого пузыря. При разрывах мочевого пузыря, преимущественно внутрибрюшинных, определяли наличие свободной жидкости в брюшной полости и малом тазу. Для уточнения диагностики разрыва была применена проба Зельдовича под ультразвуковым контролем. При наличии разрыва определялось появление прослоек жидкости и гипозоногенных участков в паравезикальной клетчатке. При первоначальном наличии свободной жидкости в малом тазу после проведения пробы отмечалось увеличение толщины свободной жидкости и распространение ее в другие отделы. Также в одном случае был выявлен прямой признак разрыва стенки мочевого пузыря в виде полного прерывания ее контура (рис. 3). Однако нами не было обнаружено ультразвуковых признаков, определяющих вид разрыва мочевого пузыря. Таким образом, применение пробы Зельдовича под ультразвуковым контролем выявило разрывы мочевого пузыря в 6 (85%) случаях.

МСКТ таза проводили с целью уточнения вида и типа перелома тазовых костей, степени смещения костных отломков по отношению к внутренним органам, выявления повреждений мочевого пузыря. При анализе нативных изображений в случаях повреждения мочевого пузыря и уретры выявляли жидкостные скопления в малом тазу, а также распространяющиеся в мягкие ткани паховой области, мошонку, плотность которых не превышала +3+6 HU (рис. 4). При проведении КТ-цистографии более точно выявляли характер и распространен-

ность затека контрастного вещества, локализацию разрыва, что определяло более успешный подход к выбору тактики лечения при сочетанной травме. По распространенности затеков контрастного вещества, описанных выше, как при рентгенологическом исследовании, определяли вид повреждения мочевого пузыря. Место разрыва определялось в виде нечеткости и неровности контура мочевого пузыря на ограниченном участке и подтверждалось во всех случаях интраоперационными данными (рис. 5, 6).

Также нами была исследована группа пациентов с изолированным повреждением мочевого



Рис. 4. МСКТ таза. а – увеличение мошонки за счет наличия жидкости плотностью +6 HU: мочевой затек, обусловленный повреждением уретры (стрелки).

Fig. 4. MSCT of the pelvis. a – big sizes of the scrotum due to the presence of fluid with density +6 HU: urinary flow caused by damage to the urethra (arrows).

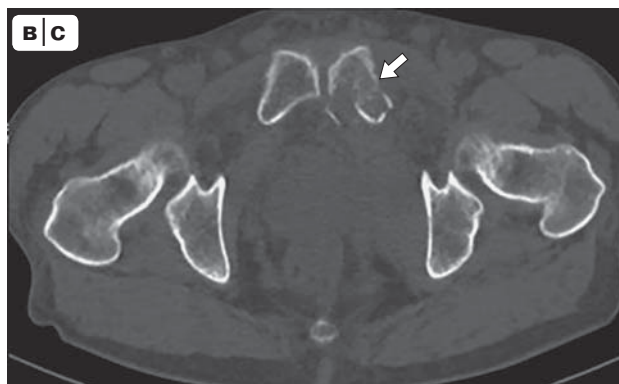
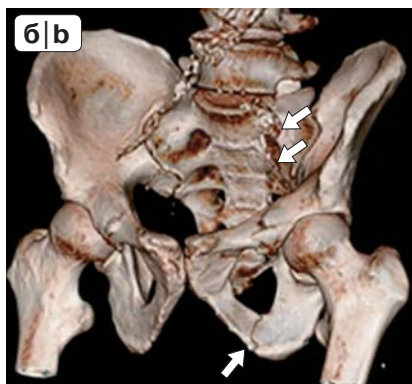
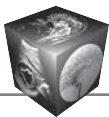


Рис. 4 (окончание). МСКТ таза. б, в – оскольчатый перелом боковой массы крестца, лонной и седалищной костей слева (стрелки).

Fig. 4 (end). MSCT of the pelvis. b, c – comminuted fracture of the lateral mass of the sacrum, the pubic and the ischial bones on the left (arrows).

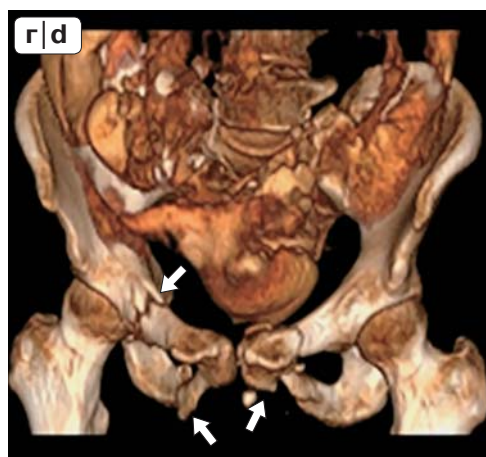
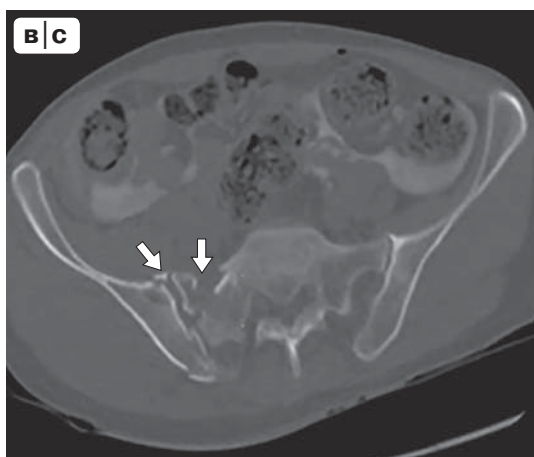
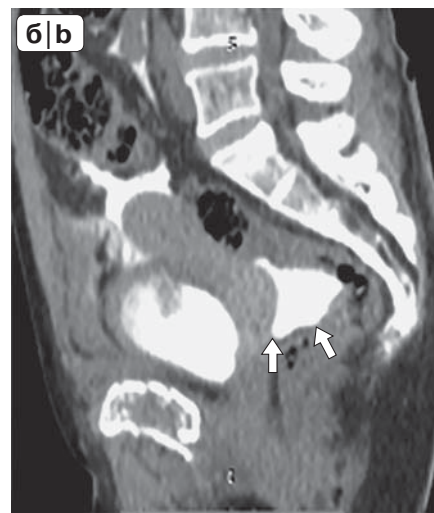
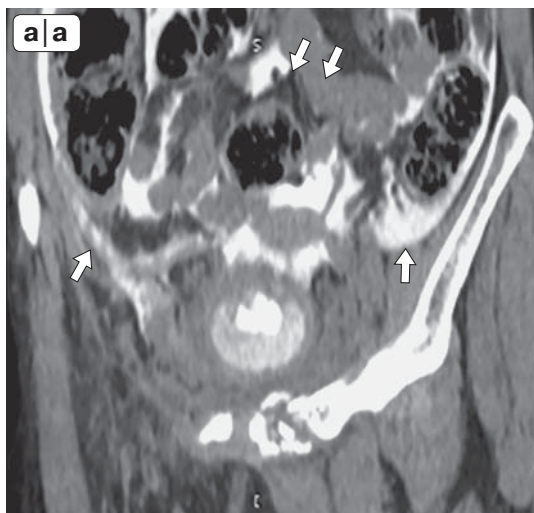


Рис. 5. Восходящая КТ-цистография. Внутривнутрибрюшинный разрыв мочевого пузыря. а, б – затек контрастного вещества в позабрюшинное пространство, между петлями кишечника и в боковые каналы; в, г – оскольчатый перелом боковой массы крестца справа, передней колонны правой вертлужной впадины, лонной и седалищной костей с двух сторон (стрелки).

Fig. 5. Retrograde CT cystography. Intraperitoneal bladder rupture. a, b – contrast extravasation into retroperitoneal space, between the intestinal loops and the lateral canals; c, d – comminuted fracture of the lateral mass of the sacrum on the right, the anterior column of the right acetabulum, the pubic and the ischial bones from 2 sides (arrows).

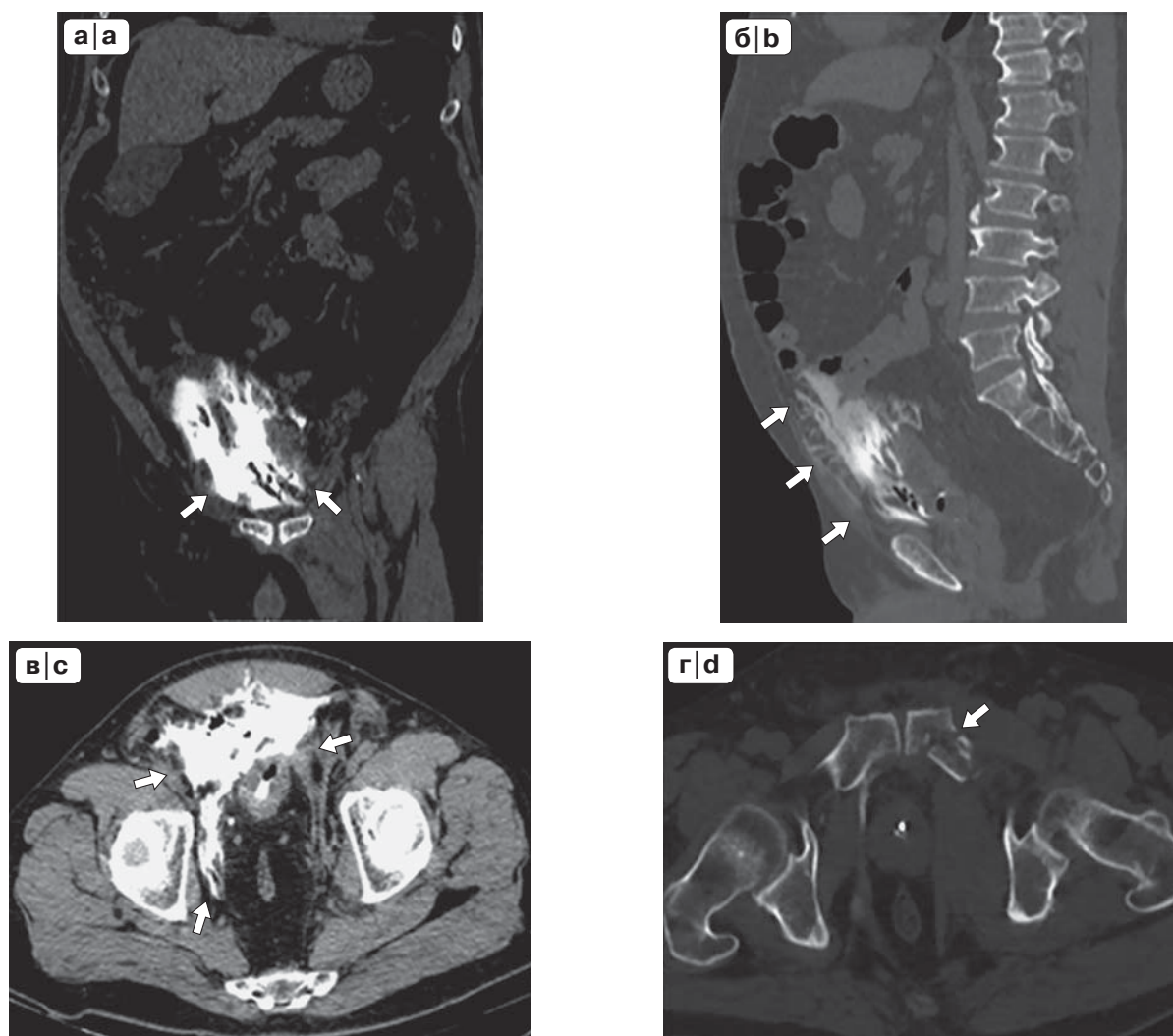
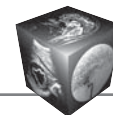


Рис. 6. Восходящая КТ-цистография. Внебрюшинный разрыв мочевого пузыря. а–в – мочевой пузырь уменьшен, не сохраняет форму при наполнении, затек контрастного вещества в пара- и превезикальное пространство и мягкие ткани (стрелки); г – оскольчатый перелом верхней ветви левой лонной кости (стрелка).

Fig. 6. Retrograde CT cystography. Extraperitoneal rupture of the bladder. a, b, c – the bladder is reduced, it does not retain its shape during filling, contrast extravasation into the para- and prevesical space and soft tissues (arrows); d – comminuted fracture of the upper branch of the left pubic bone (arrow).

пузыря, где причиной травмы явились падение с высоты своего тела и удар, при этом оба пациента находились в состоянии алкогольного опьянения. У всех пациентов был выявлен исключительно внутрибрюшной разрыв мочевого пузыря. Рентгенологическая и КТ-картина выявляла все признаки внутрибрюшного разрыва мочевого пузыря. При ультразвуковом сканировании уже при первичном исследовании отмечалось большое количество свободной жидкости в малом тазу толщиной от 2,2 до 6,6 см, в боковых каналах и межкишечных пространствах от 1,0 до 3,5 см, а при проведении пробы Зельдовича под ультразвуковым контролем

отмечалось резкое нарастание количества жидкости в брюшной полости. В одном случае внутрибрюшного разрыва мочевого пузыря с последующей его тампонадой данные цистографии были отрицательными, а при УЗИ косвенным признаком повреждения явилось наличие прослоек свободной жидкости в малом тазу и неоднородное, преимущественно гиперэхогенное содержимое в полости мочевого пузыря. При восходящей КТ-цистографии определялись признаки тампонады мочевого пузыря, затека контрастного вещества не обнаружено за счет прикрытия места разрыва кровяными сгустками (рис. 7).

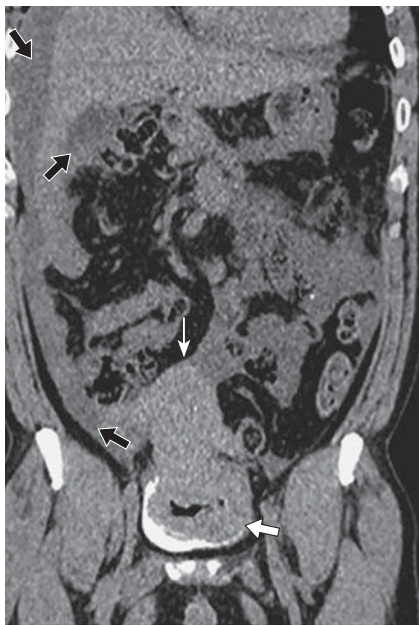
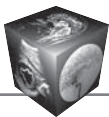


Рис. 7. Нисходящая и восходящая КТ-цистография. Внутрибрюшинный разрыв с тампонадой мочевого пузыря – содержимое полости мочевого пузыря неоднородное преимущественно за счет содержимого плотностью +55+60 HU (сгустки крови), пузырьков воздуха и прослоек контрастного вещества по периферии (белые стрелки), а также дополнительная тень (сгустки крови) над дном мочевого пузыря, прикрывающая место разрыва (тонкие стрелки), при этом затек контрастного вещества не определяется. В брюшной полости наличие свободной жидкости плотностью +10+15 HU (черные стрелки).

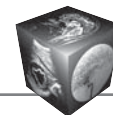
Fig. 7. Retrograde and antegrade CT cystography. Intraperitoneal rupture with bladder tamponade – the contents of the bladder cavity are heterogeneous, mainly due to the contents of a density of +55+ 60HU (blood clots), air bubbles and layers of the contrast agent along the periphery (white arrows), as well as an additional shadow (blood clots) above the bottom of the urinary the bubble covering the gap (thin arrows), while the contrast extravasation is not detected. In the abdominal cavity, the presence of free fluid density +10+ 15HU (black arrows).

Обсуждение

Обзорная рентгенограмма таза в прямой переднезадней проекции позволяет заподозрить повреждение нижних мочевых путей при наличии повреждений переднего полукольца со смещением костных отломков, разрывов лонного симфиза. Восходящая цистография с высокой информативностью позволяет определить вид разрыва мочевого пузыря, однако может дать ложноотрицательный результат, что бывает в случае прикрытой перфорации мочевого пузыря, надрыве стенки, одномоментном повреждении мочевого пузыря и уретры. На сегодняшний день восходящая уретрография является “золотым стандартом” в диагностике повреждений уретры. Экскреторная урография с нисходящей цистографией позволяет оценить структуру и функцию почек, получить контрастное изображение мочевого пузыря. Этот метод исследования относительно безопасен для больного, но менее информативен при выявлении повреждений мочевого пузыря в сравнении с восходящей цистографией и сопровождается высокой частотой получения ложноотрицательных ре-

зультатов, поскольку уровень интравезикального давления слишком мал для тугого заполнения и расправления стенок мочевого пузыря для выявления малых дефектов. Экскреторная урография, как метод с пролонгированным исследованием, недопустима в случаях травматического шока и необходимости экстренного оперативного вмешательства, что ограничивает широкое использование метода у больных с тяжелой травмой.

УЗИ не является финальным в диагностике повреждения мочевого пузыря, но является обязательным методом исследования для выявления в брюшной полости свободной жидкости, косвенно указывающей на перфорацию этого органа, в особенности у пациентов с изолированным внутрибрюшинным разрывом мочевого пузыря. Количество жидкости в свободной брюшной полости варьирует в зависимости от величины дефекта стенки мочевого пузыря и давности полученной травмы. Роль эхосканирования возрастает при проведении под ультразвуковым контролем исследования мочевого пузыря путем введения через уретральный катетер антисептической жидко-



сти (проба Зельдовича). Также УЗИ информативно в выявлении интрамуральных гематом при ушибах мочевого пузыря.

МСКТ обладает высокой точностью при оценке повреждений не только костей таза, но и внутренних органов и может быть первым, а в некоторых случаях основным методом лучевой диагностики пострадавших с сочетанной травмой, политравмой. Восходящая КТ-цистография может быть использована вместо традиционной цистографии для более точного определения вида и степени повреждения мочевого пузыря и выбора эффективного лечения. Более того, использование МСКТ-ангиографии при травме таза с проведением отсроченного сканирования позволяет быстро и более точно исследовать мочевой пузырь, заполняющийся в достаточном объеме контрастным веществом за счет болюсного внутривенного введения.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) обладает рядом преимуществ в сравнении с МСКТ, такими как отсутствие воздействия ионизирующего излучения и необходимость введения контрастного вещества, однако проводить данное исследование пациенту с тяжелой травмой, требующему постоянного мониторингирования жизненно важных функций организма, очень сложно в связи с длительностью исследования. Применение МРТ может быть использовано для диагностики травмы уретры в случае, если проксимальные отделы уретры не визуализируются при осуществлении уретроцистографии. Преимуществом использования данного метода в отдаленном периоде является возможность оценки взаимоотношения органов после перелома костей таза на фоне измененной анатомии.

Заключение

Своевременная лучевая диагностика повреждений мочевого пузыря и уретры при травме таза с использованием комплексного рентгенологического, ультразвукового, КТ- и МРТ- методов исследования играет важную роль в планировании оптимальной лечебной тактики, что способствует улучшению прогноза заболевания и предупреждения ранних и поздних осложнений. Повреждение мочевого пузыря и уретры в большом проценте случаев сочетается с переломами костей таза, а сочетанные травмы, сопровождающиеся повреждением органов брюшной полости и забрюшинной гематомой, весьма осложняют клиническую диагностику повреждения нижних мочевых путей.

Таким образом, возрастает роль комплексного применения лучевых методов исследования в ранней диагностике этого вида травм.

Список литературы

1. Кутуб Х.А. Особенности диагностики и лечения повреждений мочевого пузыря при сочетанной травме: Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2006. 149 с.
2. Поляков А.А. Диагностика и лечение повреждений мочевого пузыря в условиях муниципальной многопрофильной больницы: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2005: 12–13.
3. Маринчек Б., Донделинджер Р.Ф. Неотложная радиология: Руководство. В 2-х томах. Т. 1. М.: Видар, 2008. 244 с.
4. Доровских Г.Н. Лучевая диагностика переломов костей таза, осложненных повреждением тазовых органов. *Радиология-практика*. 2013; 2: 4–15.
5. Kitrey N.D., Djakovic N., Gonsalves M., Kuehhas F.E., Lumen N., Serafetinidis E., Sharma D.M., Summerton D.J. EAU Guidelines on Urological Trauma. 2016: 22–26.
6. Lehnert B.E., Sadro C., Monroe E., Moshiri M. Lower male genitourinary trauma: a pictorial review. *Emerg. Radiol.* 2014; 21: 67–74. DOI: 10.1007/s10140-013-1159-z
7. Чикаев В.Ф., Ахтямов И.Ф., Ибрагимов Р.А. Современные принципы диагностики и лечения повреждений мочевого пузыря при сочетанной травме. *Практическая медицина*. 2011; 7 (55): 154–156.
8. Pereira B.M., de Campos C.C., Calderan T.R., Reis L.O., Fraga G.P. Bladder injuries after external trauma: 20 years experience report in a population-based cross-sectional view. *Wld J. Urol.* 2013; 31 (4): 913–917.

References

1. Kutub Kh.A. Features of diagnosis and treatment of bladder injuries with a combined injury: Dis. ... cand. of med. sci. SPb., 2006. 149 p. (In Russian)
2. Polyakov A.A. Diagnosis and treatment of bladder injuries in the conditions of the municipal multi-field hospital: Abstract of dis. ... cand. of med. sci. M., 2005: 12–13. (In Russian)
3. Marincek B., Dondelinger R.F. Emergency Radiology. In 2 Vol. Vol. 1. M.: Vidar, 2008, 244 p. (In Russian)
4. Dorovskyh G.N. Roentgen diagnostics of bone fractures of pelvis with complications set in pelvic organs. *Radiology-Practice*. 2013; 2: 4–15. (In Russian)
5. Kitrey N.D., Djakovic N., Gonsalves M., Kuehhas F.E., Lumen N., Serafetinidis E., Sharma D.M., Summerton D.J. EAU Guidelines on Urological Trauma. 2016: 22–26.
6. Lehnert B.E., Sadro C., Monroe E., Moshiri M. Lower male genitourinary trauma: a pictorial review. *Emerg. Radiol.* 2014; 21: 67–74. DOI: 10.1007/s10140-013-1159-z
7. Chikaev V.F., Akhtyamov I.F., Ibragimov R.A. Modern principles of diagnostics and treatment of urinary bladder injuries at concomitant trauma. *Practical medicine*. 2011; 7 (55): 154–156. (In Russian)
8. Pereira B.M., de Campos C.C., Calderan T.R., Reis L.O., Fraga G.P. Bladder injuries after external trauma: 20 years experience report in a population-based cross-sectional view. *Wld J. Urol.* 2013; 31 (4): 913–917.



Для корреспонденции*: Халибаева Гузаль Батыровна – 100007 Ташкент, ул. Паркентская, 51, Узбекистан. Тел.: +998 93 5883260.
E-mail: dr_guzal@mail.ru

Икрамов Адхам Ильхамович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской радиологии Ташкентского института усовершенствования врачей, Ташкент, Узбекистан.

Халибаева Гузаль Батыровна – ассистент кафедры медицинской радиологии Ташкентского института усовершенствования врачей; врач-радиолог отделения компьютерной и магнитно-резонансной томографии Республиканского научного центра экстренной медицинской помощи, Ташкент, Узбекистан.

Contact*: Guzal B. Khalibaeva – 100107 Tashkent, Parkentskaya str., 51, Uzbekistan. Phone: +998 93 5883260. E-mail: dr_guzal@mail.ru

Adkham I. Ikramov – doct. of med. sci., Professor, Head of Medical Radiology Department of Tashkent Institute of Postgraduate Medical Education, Tashkent, Uzbekistan.

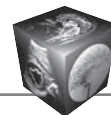
Guzal B. Khalibaeva – assistant of Medical Radiology Department of Tashkent Institute of Postgraduate Medical Education; radiologist of CT and MRI department of Republican Scientific Center of Emergency Medical Help, Tashkent, Uzbekistan.

Поступила в редакцию 27.03.2019.

Received on 27.03.2019.

Принята к печати 04.04.2019.

Accepted for publication on 04.04.2019.



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-119-126

Преимущества компьютерной томографии в диагностике острой спаечной кишечной непроходимости после гинекологических операций

Муфазалов Ф.Ф.¹, Суфияров И.Ф.¹, Ямалова Г.Р.^{2*}, Хасанов А.Г.¹

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

² ГБУЗ Республики Башкортостан «Городская клиническая больница № 13», Уфа, Россия

Advantages of computer tomography in the diagnosis of acute adhesive intestinal obstruction after gynecologic operations

Mufazalov F.F.¹, Sufiyarov I.F.¹, Yamalova G.R.^{2*}, Hasanov A.G.¹

¹ Federal state budgetary educational institution of higher education "Bashkir state medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Ufa, Russia

² City Clinical Hospital No 13, Ufa, Russia

Спаечная кишечная непроходимость считается одним из наиболее распространенных и потенциально смертельных осложнений после хирургических вмешательств на брюшной полости. Среди гинекологических операций, приводящих к развитию спаечной кишечной непроходимости, абдоминальная гистерэктомия является самой частой причиной экстренного вмешательства. При этом в недалеком прошлом до повсеместного применения лапароскопических операций (до 1990–1995 гг.) смертность составляла от 40 до 60%. В настоящее время в связи с развитием эндовидеохирургии удалось снизить послеоперационную летальность, смертность снизилась, но все же сохраняется между 10 и 20% у всех пациентов со спаечной тонкокишечной непроходимостью. Краеугольным моментом в усовершенствовании методик терапии является своевременная диагностика данного осложнения. Мы разработали критерии ранней компьютерно-томографической диагностики спаечной кишечной непроходимости у пациенток после гинекологических операций (патент № 2669729). К ним относятся: свободная жидкость в просвете тонкой кишки больше 200,0 мл в двух и более областях, пневматизированные кишечные петли, расширение стенки кишечника на 2,1 мм и больше. Исследование проводили в двух группах пациентов со спаечной болезнью брюшины с кишечной непроходимостью: в 1-й группе в комплекс диагностики была включена компьютерная томография (104 пациента),

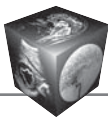
пациенты 2-й группы были обследованы по традиционной методике (60 человек). Обоснованность диагностических компьютерно-томографических критериев исследования (патент № 2669729) не оставляет сомнения в необходимости их использования в предоперационном прогнозировании доступа и объема оперативного вмешательства.

Ключевые слова: компьютерная томография, спаечная болезнь брюшины, острая спаечная тонкокишечная непроходимость.

Ссылка для цитирования: Муфазалов Ф.Ф., Суфияров И.Ф., Ямалова Г.Р., Хасанов А.Г. Преимущества компьютерной томографии в диагностике острой спаечной кишечной непроходимости после гинекологических операций. *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 119–126.

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-119-126.

Adhesive intestinal obstruction is one of the most common and potentially fatal complications after abdominal surgery. Among gynecological operations, leading to the development of adhesive intestinal obstruction, abdominal hysterectomy is the most common cause of emergency intervention. At the same time, in the recent past, mortality was observed from 40% to 60%. Currently, due to the development of endovideosurgery, it was possible to reduce the



postoperative mortality rate however, the mortality rate remains between 10% and 20% in all patients with adhesive small bowel obstruction. The cornerstone in the improvement of treatment results is the timely diagnosis of this complication. We have developed criteria for early computer tomographic diagnosis of adhesive intestinal obstruction in patients after gynecological surgery (patent No. 2669729). These include: free fluid in the lumen of the small intestine more than 200.0 ml, in two or more areas, pneumatized intestinal loops, expansion of the intestinal wall by 2.1 mm or more. The study was conducted in two groups of patients with adhesive peritoneal disease with intestinal obstruction, which included computed tomography (104 patients) and examined according to the traditional method (60 people). The validity of the diagnostic computer tomographic criteria of the study leaves no doubt about the need for their use in the preoperative prediction of access and the volume of surgery.

Key words: computed tomography, adhesive peritoneal disease, acute adhesive small-bone obstruction.

Recommended citation: Mufazalov F.F., Sufiyarov I.F., Yamalova G.R., Hasanov A.G. Advantages of computer tomography in the diagnosis of acute adhesive intestinal obstruction after gynecologic operations. *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 119–126.

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-119-126.

Введение

Острая спаечная тонкокишечная непроходимость (ОСТКН), ведущая к странгуляции и потенциальному некрозу кишечника, является серьезным заболеванием, которое требует хирургического вмешательства [1–4].

По сведениям Международного общества исследования спаек (International Adhesions Society), послеоперационный спаечный процесс в брюшной полости считается нередким осложнением хирургических вмешательств. По причине спаечной болезни брюшины (СББ) каждый год в хирургических стационарах лечится в пределах 1% раньше оперированных пациентов, у 50–75% из них развивается острая спаечная кишечная непроходимость, смертность от которой колеблется в границах 13–55% [5].

Клинические исследования демонстрируют, что выраженность спайкообразования ниже при лапароскопическом методе хирургии, что важно в сопоставлении с классической лапаротомией, собственно это связано с наименьшей инвазивностью этого метода [5].

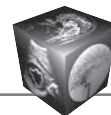
Вовремя проведенная адекватная диагностика ОСТКН важна для уменьшения смертности среди пациентов [6]. К большому сожалению, более доступные методы диагностики (обзорная рентгенография органов брюшной полости, пассаж бария по кишечнику, ультразвуковые методы) не всегда позволяют своевременно определить наличие непроходимости кишечника и показания к экстренной лапаротомии.

Информативность традиционного рентгенологического способа в диагностике кишечной непроходимости (КН) соответствует 60–70%, в 10–20% случаев патология не выявляется и еще в 10–20% случаев заключение не соответствует действительности [7]. Точность рентгенологического способа увеличивается (70–80%) при контрастировании кишечного тракта бариевой взвесью. Аналогично в обследовании пациенток с подозрением на КН часто используют ультразвуковую сонографию как несложный, недорогой, малоинвазивный, действенный, не связанный с рентгеновским излучением способ, позволяющий в режиме реального времени визуализировать передвигающиеся структуры [8–10]. Чувствительность способа колеблется от 69 до 98% в зависимости от причины КН.

Визуализацию ультразвуковой картины часто затрудняют гиперпневматизация кишечника, ожирение и рубцы после перенесенных ранее операций (при СББ у подавляющего большинства пациентов имеются послеоперационные рубцы), таким же образом в связи с малозначительной разностью экзогенности опухоли и кишечной стенки УЗИ не всегда диагностирует новообразования меньше 3 мм в поперечнике [7, 9].

Существует еще один немаловажный отрицательный аспект УЗИ – это зависимость результата от интерпретации заключения оператором (врач ультразвуковой диагностики). Нередко отсутствие четких признаков осложнения вынуждает хирургов длительно вести динамическое наблюдение, что удлиняет сроки дооперационного наблюдения и ведет к запоздалым вмешательствам. С другой стороны, наличие обширных рубцов на передней брюшной стенке после неоднократных лапаротомных вмешательств и указание пациентов, что подобная клиническая картина наблюдалась и в прошлом, разрешаясь самостоятельно или после консервативных вмешательств, также ограничивает стремление хирургов к экстренному вмешательству. В конечном итоге такая ситуация ведет к некрозу кишки, тяжелым послеоперационным осложнениям и высокой летальности. В настоящее время отсутствуют объективные критерии некроза кишечной стенки и четкий, достоверный алгоритм диагностики ОСТКН. Риск летальности повышается на 30% и более у пациентов, прооперированных позднее 24 ч с момента начала заболевания [2, 3, 7].

По мнению некоторых авторов, в эру современной медицины высокой информативностью и точностью в установлении вида КН обладает компьютерная томография (КТ). КТ позволяет достоверно определить ишемизированный участок кишечной стенки [5].



Однако такие клинические работы немногочисленны и не во всех клинических учреждениях имеются возможности использования КТ.

Цель исследования

Обосновать диагностические КТ-критерии ОСТКН у пациенток после гинекологических операций и сравнить возможности УЗИ и спиральной КТ.

Материал и методы

Исследовано 164 больных ОСТКН, находившихся на стационарном лечении в хирургических отделениях городских клинических больниц №13 и №8 Уфы в 2013–2018 гг. Весь контингент больных был разделен на 2 группы. 1-я группа (основная) включала 104 больных, которым в комплекс диагностики была включена спиральная КТ желудочно-кишечного тракта, 2-я (контрольная) группа – 60 пациентов, обследованных по традиционной методике, включавшей УЗИ. У части больных выполнялся адгезиовисцеролиз, по показаниям назоинтестинальная интубация. Из этих 164 пациентов у 127 (77,4%) был какой-либо тип акушерской или гинекологической абдоминальной операции, 108 (66,1%) из 164 ранее подверглись полной абдоминальной гистерэктомии (рис. 1). Из 127 женщин в основную группу вошло 76 пациенток, в контрольную – 51.

Возраст женщин в 1-й (основной) группе был от 21 года до 58 лет, во 2-й (контрольной) группе – от 24 лет до 61 года, средний возраст больных в обеих группах составил $46,3 \pm 6,4$ года, а 46,3% больных были старше 44 лет.

Сканирование осуществляли на спиральном компьютерном томографе компании Toshiba (Япония) Aquilion RXL с толщиной среза 0,5–5 мм, с захватом области от базальных отделов легких до остей подвздошных костей и последующей реконструкцией изображений. При КТ-исследовании рентгеноконтрастное вещество вводили внутривенно, перорально, через энтеральный зонд или, по показаниям, ректально. Сканирование осуществляли через 40 мин от начала приема контрастной смеси.

УЗИ проводилось аппаратом Toshiba с датчиком конвекции (3,5 МГц) в режиме двумерной визуализации и двойном доплеровском режиме. При УЗИ обращали внимание на размеры, расположение, внутреннюю структуру кишечника, наличие пристеночных компонентов. При эхографии последовательно определялось состояние брюшной полости (наличие свободной жидкости в латеральных каналах брюшной полости, газов и жидкости в петлях кишечника, состояние перистальтики, наличие спаечного процесса и воспалительных инфильтратов) и паренхиматозных органов (печени, поджелудочной железы, почек, селезенки).

Пациенткам контрольной группы (51 женщина) в условиях экстренной хирургии проводился минимум клинического традиционного обследования, включавшего клинические, инструментальные и лабораторные методы исследований. Общеклиническое обследование проводилось традиционными методами и включало изучение жалоб, анамнеза, общего и локального статуса.

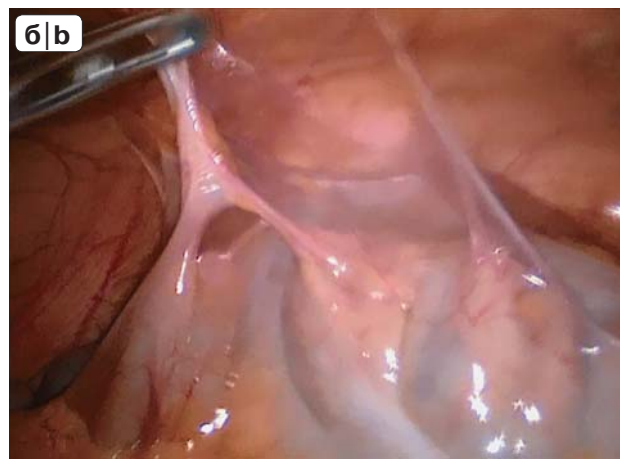
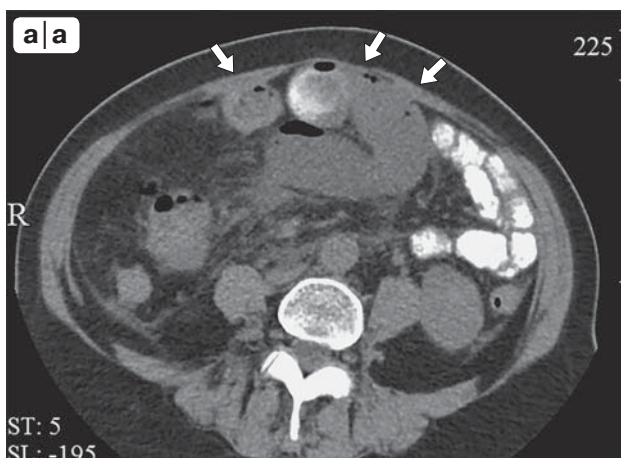
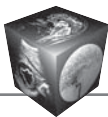


Рис. 1. Пациентка N. а – КТ-картина ранней острой спаечной кишечной непроходимости через 14 дней после оперативного вмешательства по поводу гистерэктомии, стрелками указаны спайки тонкой кишки с передней брюшной стенкой; б – интраоперационное фото.

Fig. 1. Patient N. a – CT-scan of early acute adhesive intestinal obstruction 14 days after surgery interventions for hysterectomy, arrows indicate adhesions of the small intestine from the anterior abdominal wall; b – intraoperative picture.



Результаты

КТ-обследование органов брюшной полости осуществлялось пациенткам при поступлении в стационар.

В основной группе у 76 женщин, поступивших с жалобами на тошноту, рвоту, вздутие живота, отсутствие стула и газов и развившейся кишечной непроходимостью, наблюдалось наличие жидкости, визуализировались дилатированные кишечные петли, увеличение диаметра кишки.

По нашим данным, при благоприятном течении ОСТКН (40 человек в основной группе (53%)) в КТ-семиотике характерны следующие признаки: визуализация пневматизированных петель, отсутствие или скопление жидкости менее 100 мл в просвете тонкой кишки, локально в одной или двух областях, отсутствие утолщения кишечной стенки, количество выпота в свободной брюшной полости менее 200 мл (рис. 2). Соответственно

выраженный пневматоз петель кишечника, наличие жидкости более 100 мл в просвете тонкой кишки, локально в одной или двух областях, диаметра кишки более $3,21 \pm 0,12$ см (рис. 3), количество выпота в свободной брюшной полости более 200 мл (рис. 4) были характерны для остальных пациентов основной группы (36 (47%) человек).

Во время проведения КТ-исследования мы выделили 4 степени выраженности симптома (показателя) и рассматривали их в баллах: 0 баллов – отсутствие показателя, 1 балл – слабое проявление, 2 балла – умеренное проявление, 3 балла – сильное проявление показателя. В результате по любому симптому велось вычисление с применением Statistica 12 Trial и расчетом критерия Chi-square с поправкой Йетса (табл. 1).

Внедрение критериев КТ-диагностики позволило избежать ненужных оперативных вмешательств у больных 1-й группы (40 (53%) пациентов

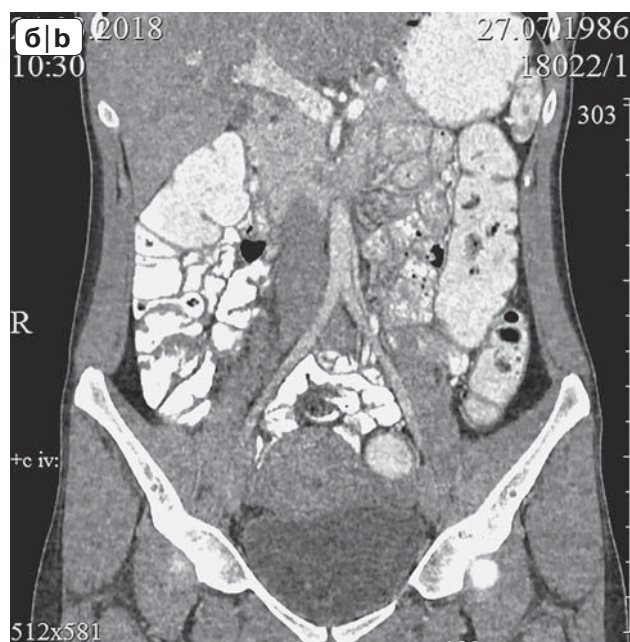
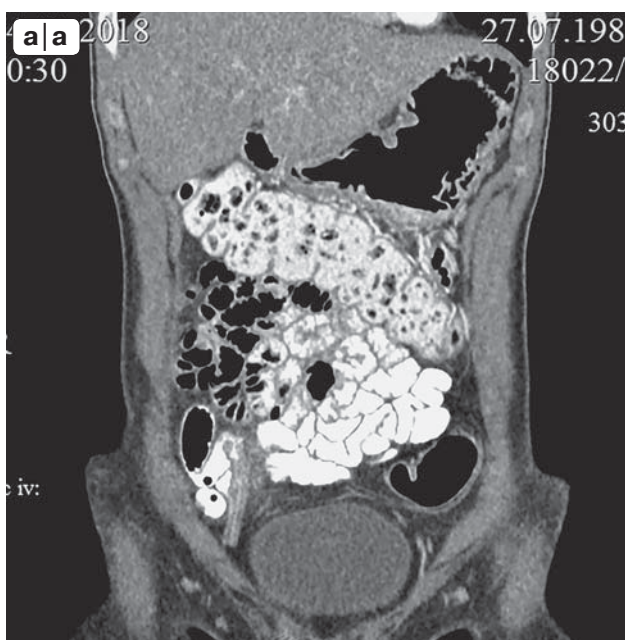


Рис. 2. Пациентка Y. с хронической спаечной болезнью брюшины, диагноз при поступлении: ОСТКН. а, б – пневматизированные петли кишечника, отсутствие скопления жидкости, стенка кишки не утолщена; в – стрелкой указана спайка тонкой кишки с передней брюшной стенкой.

Fig. 2. Patient Y. with chronic peritoneal adhesive disease. Diagnosis at admission AASBO: a, b – in pneumatized intestinal loops, no accumulation of fluid, the intestinal wall is not thickened; c – the arrow shows the spike of the small intestine from the anterior abdominal wall.

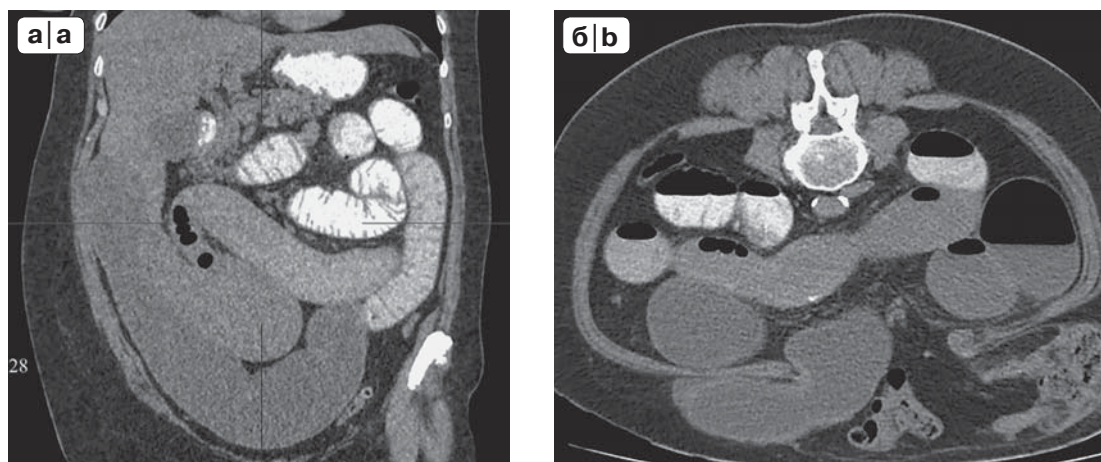
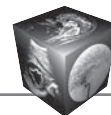


Рис. 3. Пациентка X. через 2 мес после оперативного вмешательства по поводу гистерэктомии. Компьютерные томограммы. а – коронарная реконструкция; б – аксиальная проекция. Диагноз при поступлении: ОСТКН. Пневматоз петель кишечника, наличие жидкости более 500 мл в просвете тонкой кишки, диаметр кишки $3,21 \pm 0,12$ см.

Fig. 3. Patient X. 2 months after surgery for hysterectomy. CT-scan. a – coronary reconstruction; b – axial reconstruction. Diagnosis at admission: AASBO. Pneumatosis of intestinal loops, the presence of fluid more than 500 ml in the lumen of the small intestine, the diameter of the intestine 3.21 ± 0.12 cm.

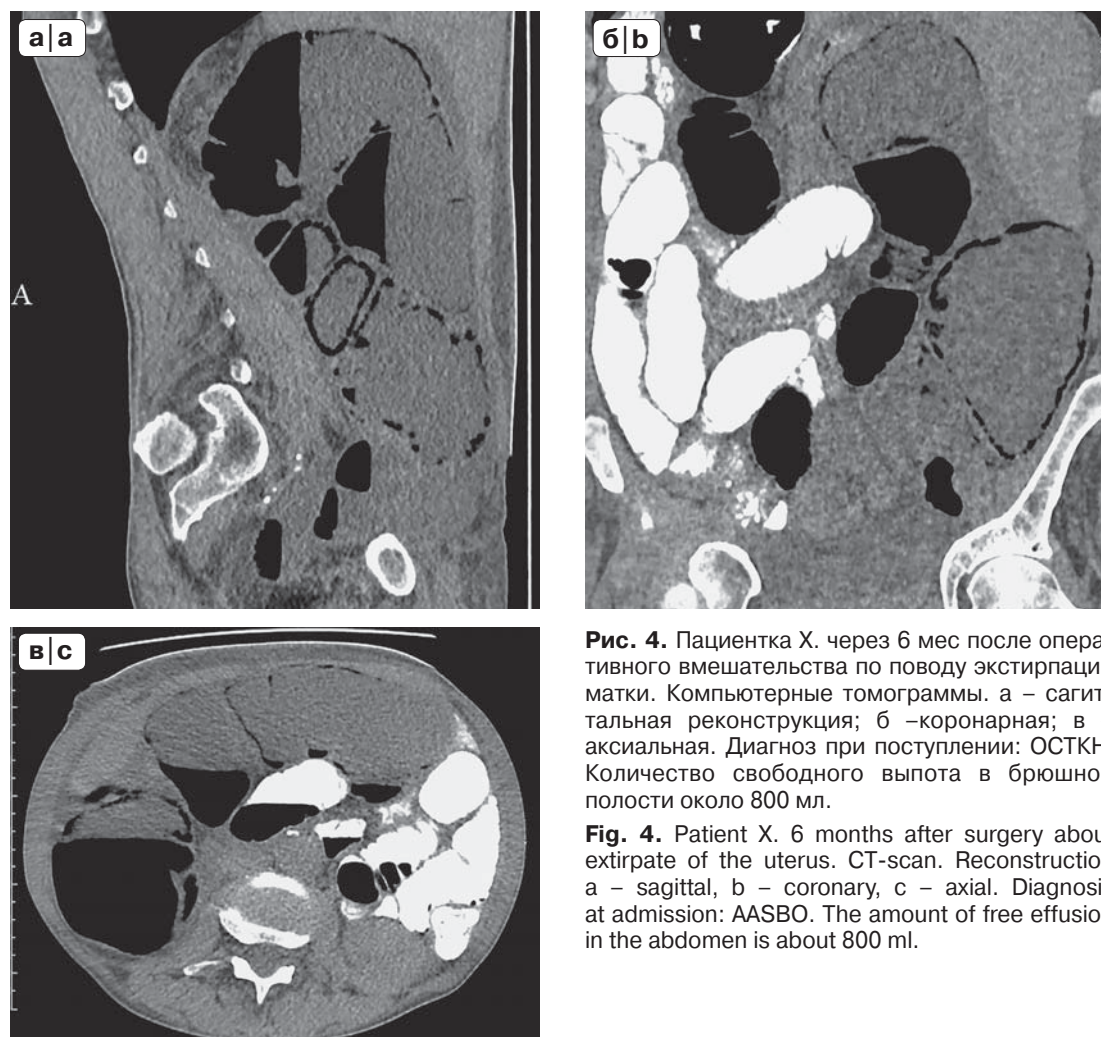


Рис. 4. Пациентка X. через 6 мес после оперативного вмешательства по поводу экстирпации матки. Компьютерные томограммы. а – сагиттальная реконструкция; б – коронарная; в – аксиальная. Диагноз при поступлении: ОСТКН. Количество свободного выпота в брюшной полости около 800 мл.

Fig. 4. Patient X. 6 months after surgery about extirpate of the uterus. CT-scan. Reconstruction a – sagittal, b – coronary, c – axial. Diagnosis at admission: AASBO. The amount of free effusion in the abdomen is about 800 ml.

**Таблица 1.** Результаты КТ-исследования в 1-й и 2-й группах**Table 1.** CT results in the first and second groups

Показатель	1-я группа, n = 40	2-я группа, n = 36	χ^2 , поправка Йетса
Визуализация дилатированных петель кишечника, баллы	1	3	0,3104 0,6678
Диаметр тонкой кишки внутренний, см	$2,3 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,2$	0,5896 1,000
Диаметр тонкой кишки наружный, см	$2,3 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,1$	0,5896 1,000
Толщина тонкой кишки, мм	≤ 2	2,1	0,0000
Характер содержимого кишечника: газ, баллы	1	3	0,3104 0,6678
жидкость, баллы	1	4	0,1967 0,4548
сглаженность гаустрации, баллы	1	3	0,3104 0,6678
инфильтраты в брюшной полости, баллы	2	3	0,4024 0,7422
Отсутствие смещения петель кишечника относительно друг друга, баллы	2	3	0,5896 1,0000
Жидкость в брюшной полости, мл	$50,9 \pm 13,6$	$200,0 \pm 56,7$	0,0000
Локализация выявленных изменений	3	3	1,0000

Таблица 2. Эффективность при оценке локализации сращений по данным КТ и трансабдоминальной сонографии**Table 2.** Efficiency in assessing the localization of splices according to computed tomography and transabdominal sonography

Метод исследования	Точность	Чувствительность	Специфичность
КТ	0,99	0,85	0,99
УЗИ	0,79	0,77	0,82

$p < 0,05$.

основной группы), у которых кишечная непроходимость была купирована консервативно. Остальные 36 пациентов основной группы прооперированы с использованием минимального хирургического доступа.

Были сравнены возможности УЗИ и спиральной КТ в диагностике ОСТКН (табл. 2).

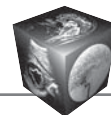
По данным табл. 2 можно судить, что более достоверная точность получена при КТ – 0,99. Точность при трансабдоминальной сонографии была немного ниже в сравнении с КТ и составила 0,79. Это может быть вызвано недостаточно четкой визуализацией обследуемого отдела кишки при глубоком его месторасположении и наличием преград для прохождения ультразвуковой волны, например прилегание соседнего органа, большого количества газа в толстой кишке и др.

В основной группе и группе контроля летальности не было. В основной группе уменьшились такие показатели, как средняя продолжительность операции, количество койко-дней, проведенных

в стационаре, ранние послеоперационные осложнения. В среднем продолжительность операции, количество койко-дней, проведенных в стационаре, и ранние послеоперационные осложнения составили: основная группа – 33 ± 12 мин, $5,9 \pm 1,5$ дня и $1,33 \pm 0,04\%$; группа сравнения – 54 ± 17 мин, $12,8 \pm 3,1$ дня и $7,01 \pm 0,2\%$ соответственно.

Обсуждение

Значительное количество работ демонстрируют улучшение КТ-визуализации при сочетании ее с поступлением контрастного вещества в тонкую кишку при помощи энтерального зонда или же *per os*. По мнению W. Schima (2004): “частичную тонкокишечную непроходимость можно не обнаружить при КТ. Лучше всего она видна при зондовой энтерографии” [11]. Но другие авторы – Ю.А. Козлова, Р.Б. Мумладзе, М.Ю. Олимпиев (2013) – пишут, что “быстрая ротация излучающей трубки в спиральных томографах, отсутствие интервалов между циклами излучения для про-



движения стола в следующую позицию значительно сокращают время исследования. Высокая скорость сканирования позволяет получать значительно более качественные, четкие изображения, с меньшим количеством артефактов от физиологических движений, с возможностью дальнейшей объемной или мультиплоскостной реконструкции изображений. Сокращение времени облучения делает метод КТ более безопасным для пациентов. Использование КТ-артериографии и КТ-портографии (методики селективного исследования с введением контрастного вещества в соответствующий сосуд печени), а также динамическое сканирование патологических очагов повышают чувствительность метода до 100%» [7].

В заключение можно сказать, что КТ наиболее оптимальна для диагностики ОСТКН. Визуализация и чувствительность (0,99–0,85) метода выше, чем при УЗИ (0,79–0,88), и не зависит от вида КН. КТ дает информацию о состоянии стенки кишечника, локализации висцеропариетальных сращений, наличии свободной жидкости, а также позволяет диагностировать уровень и причину патологического процесса и предупредить возникновение тяжелейших осложнений, что особенно важно в прогнозировании и оценке результатов лечения острой КН, развившейся на фоне СББ.

Представленная техника увеличивает диагностическую точность КТ при тонкокишечной непроходимости в установлении причин непроходимости до 98–99% [7, 9] и дает возможность диагностировать наличие ОСТКН в ранние сроки.

Мультипланарная реконструкция (MPR) является существенным преимуществом этого метода и позволяет проводить визуализацию в разных плоскостях, что дает возможность определиться с оптимальным доступом в случае предполагаемого лапароскопического способа операции.

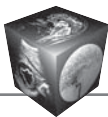
Но, несмотря на то что некоторыми авторами [7, 11] были разработаны убедительные диагностические алгоритмы для выявления уровня и причины КН, они не были повсеместно внедрены в практическую медицину. Вопрос остается открытым и требует дальнейшего изучения.

Список литературы

1. El-Mowafi D.M., Diamond M.P. Gynecologic surgery and subsequent bowel obstruction. Geneva Foundation for Medical Education and Research, online publication. Edited by Aldo Campana, 2017; September 27/ <https://www.gfmer.ch/>.
2. Плечев В.В., Латыпов Р.З., Тимербулатов В.М. Хирургия спаечной болезни брюшины. Уфа: Изд-во «Башкортостан», 2015. 748 с.
3. Тимербулатов В.М., Тимербулатов Ш.В., Сагитов Р.Б., Асманов Д.И., Султанбаев А.У. Диагностика ишемических повреждений кишечника при некоторых острых хирургических заболеваниях органов брюшной полости. *Креативная хирургия и онкология*. 2017; 7 (3): 12–19. <http://doi.org/10.24060-2076-3093-2017-7-3-12-19>.
4. Хасанов А.Г., Суфияров И.Ф., Нигматзянов С.С., Матигуллин Р.М. Способ хирургического лечения и профилактики послеоперационных перитонеальных спаек. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2008; 3: 43–45.
5. Филенко Б.П., Земляной В.П., Борсак И.И., Иванов А.С. Спаечная болезнь: профилактика и лечение. СПб., 2013: 5–28.
6. Коробков Д.М. Острая кишечная непроходимость – современное видение механизмов развития и дискуссионность в выборе диагностической и лечебной тактики. *Бюллетень науки и практики*. 2016; 12 (13): 147–170. <http://doi.org/10.5281/zenodo.205178>.
7. Козлова Ю.А., Мумладзе Р.Б., Олимпиев М.Ю. Роль рентгеновской компьютерной томографии в диагностике кишечной непроходимости. *Анналы хирургии*. 2013; 4: 5–11.
8. Коробков Д.М., Пиксин И.Н., Степанов Н.Ю. Структурно-аналитический подход к проблеме острой кишечной непроходимости в практике врача-клинициста. Современная интерпретация механизмов развития и разбор ряда эффективных лечебно-диагностических тактик. *Бюллетень науки и практики. Электронный журнал*. 2017; 12 (25): 171–190. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1112385>.
9. Лемешко З.А. Лучевые методы исследования в гастроэнтерологии. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. 2017; 27 (1): 21–28. <http://doi.org/10.22416/1382-4376-2017-27-1-23-28>.
10. Тотиков З.В., Тотиков В.З., Калицова М.В., Медоев В.В. Ультразвуковое исследование в диагностике рака дистальных отделов толстой кишки, осложненного острой обтурационной непроходимостью. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2013; 3: 126–128.
11. Schima W. Механическая кишечная непроходимость – алгоритм диагностики и дифференциальный диагноз. *Медицинская визуализация*. 2004; 1: 78–87.

References

1. El-Mowafi D.M., Diamond M.P. Gynecologic surgery and subsequent bowel obstruction. Geneva Foundation for Medical Education and Research, online publication. Edited by Aldo Campana, 2017; September 27/ <https://www.gfmer.ch/>.
2. Plechev V.V., Latypov R.Z., Timerbulatov V.M. Surgery adhesive disease of the peritoneum (the guide). Ufa: Ed. "Bashkortostan", 2015. 748 p. (In Russian)
3. Timerbulatov V.M., Timerbulatov S.V., Sagitov R.B., Usmanov D.I., Sultanbaev A.W. Diagnosis of ischemic bowel injuries in some acute surgical diseases of the abdominal cavity. *Creative surgery and Oncology*. 2017; 7 (3): 12–19. <http://doi.org/10.24060-2076-3093-2017-7-3-12-19>. (In Russian)
4. Hasanov A.G., Sufiyarov I.F., Nigmatzyanov S.S., Motygullin R.M. Method of surgical treatment and prevention of postoperative peritoneal adhesions. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova*. 2008; 3: 43–45. (In Russian)



5. Filenko B.P., Zemlyanoy V.P., Borsuk I.I., Ivanov A.S. Adhesive disease: prevention and treatment. St. Petersburg, 2013; 5–28. (In Russian)
6. Korobkov D.M. Acute intestinal obstruction – a modern vision of the mechanisms of development and discutable in the selection diagnostic and therapeutic approach. *Bulletin of science and practice*. 2016; 12 (13): 147–170. <http://doi.org/10.5281/zenodo.205178>. (In Russian)
7. Kozlova Yu.A., Mumladze R.B., Olympiev M.Yu. The role of x-ray computed tomography in the diagnosis of intestinal obstruction. *Annals of Surgery (Russia)*. 2013; 4: 5–11. (In Russian)
8. Korobkov D.M., Pixin I.N., Stepanov N.Yu. Structural and analytical approach to the problem of acute intestinal obstruction in the practice of a Clinician. Modern interpretation of mechanisms of development and analysis of a number of effective diagnostic and treatment tactics. *Bulletin of science and practice. Electron. Journ.* 2017; 12 (25): 171–190. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1112385>. (In Russian)
9. Lemeshko Z.A. Radiation methods of investigation in gastroenterology. *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology*. 2017; 27 (1): 21–28. <http://doi.org/10.22416/1382-4376-2017-27-1-23-28>. (In Russian)
10. Totikov Z.V., Totikov V.Z., Kalitzova M.V., Medoev V.V. Ultrasound examination in the diagnosis of distal colon cancer complicated by acute obturation obstruction. *Kuban scientific medical Bulletin*. 2013; 3: 126–128. (In Russian)
11. Schima W. Mechanical intestinal obstruction-diagnostic algorithm and differential diagnosis. *Medical Visualization*. 2004; 1: 78–87. (In Russian)

Для корреспонденции*: Ямалова Гузель Ришатовна – 450112 Уфа, ул. Нежинская, 28. Городская клиническая больница № 13. Тел.: +7-347-216-13-13. E-mail: guzon78@mail.ru

Муфазалов Фагим Фанисович – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО “Башкирский государственный медицинский университет” Минздрава России, Уфа; заместитель главного врача Республиканского клинического онкологического диспансера, главный радиолог Минздрава РБ.

Суфияров Ильдар Фанусович – доктор мед. наук, профессор, доцент кафедры хирургических болезней, декан педиатрического факультета ФГБОУ ВО “Башкирский государственный медицинский университет” Минздрава России, Уфа.

Ямалова Гузель Ришатовна – аспирант, врач-рентгенолог Городской клинической больницы № 13, Уфа.

Хасанов Анвар Гиниятович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней ФГБОУ ВО “Башкирский государственный медицинский университет” Минздрава России, Уфа.

Contact*: Guzel R. Yamalova – Nezhinskaya str., 28, 450112 Ufa, Russian Federation. City Clinical Hospital N 13. Phone: +7-347-216-13-13. E-mail: guzon78@mail.ru

Fagim F. Mugazalov – doct. of med. sci., Professor of the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy Bashkir state medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; Deputy Chief Physician of the Republican Clinical Oncology Dispensary, Chief Radiologist of the Ministry of Health of the Republic of Bashkortostan, Ufa.

Ildar F. Sufiyarov – doct. of med. sci., Professor, Associate Professor of the Department of Surgical Diseases, Dean of the Pediatric Faculty of Bashkir state medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Ufa.

Guzel R. Yamalova – postgraduate student, radiologist, City Clinical Hospital No 13, Ufa.

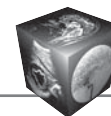
Anvar G. Hasanov – doct. of med. sci., Professor, head of the Department of surgical diseases of Bashkir state medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Ufa.

Поступила в редакцию 06.09.2018.

Принята к печати 18.04.2019.

Received on 06.09.2018.

Accepted for publication on 18.04.2019.



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-127-136

Транскраниальная доплерография у больных с разрывом аневризм головного мозга в оценке церебральной гемодинамики и прогнозировании исходов заболевания

Хамидова Л.Т.¹, Крылов В.В.^{1, 2, 3}, Петриков С.С.^{1, 2}, Рыбалко Н.В.^{1*}

¹ ГБУЗ НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

² ФГБОУ ВО "МГМСУ имени А.И. Евдокимова" Минздрава России, Москва, Россия

³ Клинический медицинский центр "МГМСУ имени А.И. Евдокимова" Минздрава России, Москва, Россия

Transcranial doppler in patients with ruptured brain aneurysms in cerebral hemodynamics evaluation and outcomes predicting

Khamidova L.T.¹, Krylov V.V.^{1, 2, 3}, Petrikov S.S.^{1, 2}, Rybalko N.V.^{1*}

¹ N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

³ Clinical medical center of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

Цель исследования: разработать подходы к комплексной ультразвуковой оценке церебральной гемодинамики и установить доплерографические критерии при прогнозировании исходов заболевания у больных с разрывом аневризм головного мозга.

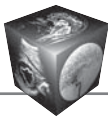
Материал и методы. В исследовании принимало участие 172 больных (76 мужчин и 96 женщин) с разрывом церебральной аневризмы. Всем пациентам проводили динамические доплерографические исследования (всего 803 исследования) в сроки от 1-х до 20-х суток после разрыва артериальной аневризмы. Транскраниальную доплерографию выполняли на аппарате DWL MULTI-DOP® T (Германия) с датчиками 2 и 4 МГц. В зависимости от исхода заболевания по шкале исходов Глазго (ШИГ) пациенты были разделены на 5 групп. Группу с отличным исходом заболевания (ШИГ 1) составили 87 (50,6%) пациентов, группу с хорошим исходом (ШИГ 2) – 27 (15,7%) пациентов, к группе с удовлетворительным исходом заболевания (ШИГ 3) отнесли 8 (4,65%) пациентов. Плохой исход заболевания (ШИГ 4) наблюдался у 6 (3,48%) пациентов и летальный исход (ШИГ 5) – у 44 (25,6%) пациентов. Оценивались линейная систолическая скорость кровотока (ЛСК), индекс Линдегаарда и пульсационный индекс.

Результаты. Основными доплерографическими критериями исхода заболевания являются: раннее и прогрессивное увеличение ЛСК (развитие спазма на 1-е сутки после кровоизлияния); развитие критического спазма (ЛСК свыше 300 см/с) уже на 7–8-е сутки после субарахноидального кровоизлияния; подъем ЛСК за сутки более чем на 36 см/с; продолжительность спазма более 16 дней; повышение пульсационного индекса (более чем 1,0) и индекса Линдегаарда (более чем 4,8); наличие диффузного спазма.

Заключение. Допплерографические показатели могут применяться для диагностики церебрального ангиоспазма и для оценки риска развития ишемических осложнений у пациентов с разрывом артериальных аневризм головного мозга.

Ключевые слова: транскраниальная доплерография, разрыв аневризмы головного мозга, церебральная гемодинамика.

Ссылка для цитирования: Хамидова Л.Т., Крылов В.В., Петриков С.С., Рыбалко Н.В. Транскраниальная доплерография у больных с разрывом аневризм головного мозга в оценке церебральной гемодинамики и прогнозировании исходов заболевания. *Медицинская*



визуализация. 2019; 23 (2): 127–136.
DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-127-136.

The purpose: to develop Doppler criteria in the evaluation of cerebral hemodynamics in predicting the outcome of the disease in patients with cerebral aneurysm rupture.

Materials and methods. 172 patients (76 male, 96 female) with cerebral aneurysm rupture were participated in the research. All patients were continuously monitored by Doppler studies (a total of 803 studies) in the period from 1 to 20 days after the rupture of the arterial aneurysm. TCD was performed on the apparatus DWL MULTI-DOP T (Germany) with sensors 2 and 4 MHz. All patients were divided into 5 groups depending on the Glasgow outcome Scale (GOS) assessment.

Group 1 (n = 87; 50.6%): with an excellent outcome of the disease (GOS 1); group 2 (n = 27; 15.7%): with an good outcome of the disease (GOS 2); group 3 (n = 8; 4.65%): with an acceptable outcome of the disease (GOS 3); group 4 (n = 6; 3.48%): with an acceptable outcome of the disease (GOS 4); group 5 (n = 8; 4.65%): with a lethal outcome of the disease (GOS 5) Systolic blood flow velocity (BFV), Lindegaard index and pulsatility index were estimated

Results. Doppler prognostic criterion of disease outcome were developed: early and progressive increase in blood flow velocity (development of spasm on the 1 day delay after hemorrhage); the development of critical spasm (blood flow velocity over 300 cm/s) by 7–8 days after subarachnoid hemorrhage, the rise of the blood flow velocity per day more than 36 cm/s; the duration of the spasm more than 16 days; increase in pulsatility index (more than 1.0) and Lindegaard index (more than 4.8), the presence of diffuse spasm.

Conclusion. The transcranial Doppler can be an additional screening non-invasive diagnostic method for cerebral hemodynamic evaluation and for determination complications in ruptured cerebral aneurysm.

Key words: transcranial Doppler, ruptured cerebral aneurysm, cerebral hemodynamic.

Recommended citation: Khamidova L.T., Krylov V.V., Petrikov S.S., Rybalko N.V. Transcranial doppler in patients with ruptured brain aneurysms in cerebral hemodynamics evaluation and outcomes predicting. *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 127–136.

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-127-136.

Введение

Церебральный ангиоспазм (АС) – это длительное, но обратимое сужение мозговых артерий, начинающееся через несколько дней после субарахноидального кровоизлияния (САК). Прогрессирование церебрального АС осложняется развитием церебральной ишемии, что является основной причиной инвалидизации и летальных исходов у пациентов, перенесших САК [1]. Наиболее типичным считается появление АС на 4–14-й день у пациентов, перенесших кровоизлияние вследствие разрыва аневризмы артерий (АА) головного мозга [2–6].

Эффективность транскраниальной доплерографии (ТКДГ) в диагностике и мониторинге АС

была доказана целым рядом авторов [3–12]. Метод ТКДГ также может быть использован для выявления пациентов с риском развития отсроченной ишемии мозга (ОИМ), которая является одним из главных осложнений после САК вследствие разрыва АА головного мозга [3, 13, 14]. Метод ТКДГ стал реальной альтернативой церебральной ангиографии в оценке АС у пациентов с САК. Однако доплерографические критерии для прогнозирования течения САК значительно варьируют, а ряд исследователей вообще подвергают сомнению диагностическую ценность ТКДГ у больных с сосудистым спазмом после САК [7, 8].

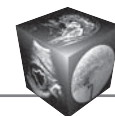
Цель исследования

Разработать подходы к комплексной ультразвуковой оценке церебральной гемодинамики и установить доплерографические критерии при прогнозировании исходов заболевания у больных с разрывом аневризм головного мозга.

Материал и методы

В исследовании принимало участие 172 пациента (76 мужчин и 96 женщин) с САК, выявленным с помощью КТ-ангиографии и/или церебральной ангиографии. Возраст пациентов составил от 23 до 77 лет (средний возраст $50,1 \pm 3,2$ года). Наибольшее количество составили пациенты с аневризмами в каротидных бассейнах: у 73 (42,4%) пациентов были выявлены аневризмы передней соединительной – передней мозговой артерий (ПСА-ПМА), у 51 (29,6%) – пациента были диагностированы аневризмы внутренней сонной артерии (ВСА), у 37 пациентов (21,5%) – аневризмы средней мозговой артерии (СМА), у 1 (0,5%) – аневризма задней мозговой артерии (ЗМА). На долю аневризм в вертебробазилярном бассейне пришлось 6%: у 4 пациентов – аневризмы позвоночной артерии (ПА), у 2 – перикаллезной артерии, у 3 – аневризмы задней нижней мозжечковой артерии (ЗНМА) и у 2 – аневризмы ЗМА.

При поступлении в стационар всем пациентам была выполнена ТКДГ. Всего пациентам было выполнено 803 исследования за период наблюдения 20 дней. У тяжелых больных исследование проводили ежедневно или с интервалом 2–3 дня (от 3 до 10 исследований у каждого пациента). Если признаков АС не обнаруживали к 7-му дню от момента кровоизлияния, то частоту исследований снижали. Измеряли линейную систолическую, диастолическую и среднюю скорость кровотока (ЛСК) в СМА, ПМА, ВСА, а также вычисляли индекс Линдегаарда (ИЛ), определенный как средняя ЛСК в СМА / средняя ЛСК в экстракраниальной части ВСА, и пульсационный индекс (ПИ),



определенный как максимальная ЛСК – диастолическая ЛСК / средняя ЛСК. Для доплерографической оценки АС были установлены критерии: незначительный АС (ЛСК_{средняя} 120–149 см/с; ИЛ 3–6); умеренный (ЛСК_{средняя} 150–199 см/с; ИЛ 3–6); тяжелый (ЛСК_{средняя} > 200 см/с; ИЛ > 6) [8]. Исходы заболевания оценивали по Шкале исходов Глазго (ШИГ).

ТКДГ сосудов головного мозга выполнялась на аппарате MULTI-DOP® T (DWL, Германия) с использованием датчиков 2 и 4 МГц. Длина пробного объема, включающая исследуемый артериальный сегмент, в приборе фиксирована и составляет от 10 до 20 мм в зависимости от глубины исследования. Производилась последовательная оценка состояния кровотока в средней, передней, задней мозговых, позвоночных и базилярной артериях. Исследование выполняли через основные доступы: транстемпоральный (через чешую височной кости), субокципитальный (через большое затылочное отверстие).

В зависимости от исхода заболевания по ШИГ пациенты были разделены на 5 групп. Группу с отличным исходом заболевания (ШИГ 1) составили 87 (50,6%) пациентов, группу с хорошим исходом (ШИГ 2) – 27 (15,7%), к группе с удовлетворительным исходом заболевания (ШИГ 3) отнесли 8 (4,65%) пациентов. Плохой исход заболевания (ШИГ 4) наблюдался у 6 (3,48%) пациентов и летальный исход (ШИГ 5) – у 44 (25,6%) пациентов.

Результаты

Для определения диагностической значимости высокой ЛСК в СМА для различных исходов заболевания был выполнен корреляционный анализ. Непараметрический корреляционный анализ продемонстрировал сильную положительную корреляционную связь между наличием максимальной ЛСК в СМА и неблагоприятными исходами заболевания ($r = +0,60$; $p < 0,01$).

Средние значения скоростных показателей по СМА у пациентов с хорошим исходом (ШИГ 1) составили 150 [120; 200] см/с, с удовлетворительным исходом (ШИГ 2 и ШИГ 3) – 190 [150; 260] см/с и 220 [170; 280] см/с (рис. 1). Максимальные значения скоростных показателей отмечались в группе пациентов с плохими и летальными исходами (ШИГ 4 и ШИГ 5) и составили 285 [200; 320] см/с и 260 [240; 357] см/с соответственно (см. рис. 1).

Непараметрический корреляционный анализ продемонстрировал сильную положительную корреляционную связь между наличием максимальной ЛСК в ПМА и неблагоприятными исходами заболевания ($r = +0,43$; $p < 0,01$).

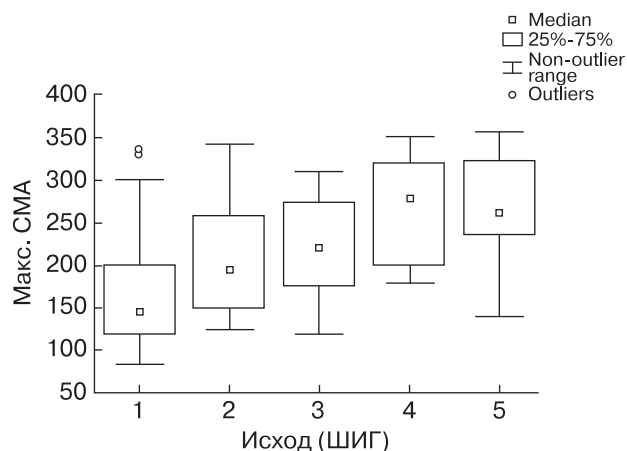


Рис. 1. Значения максимальной ЛСК в СМА при различных исходах заболевания.

Fig. 1. Values of maximum blood flow velocity in the MCA with different outcomes of the disease.

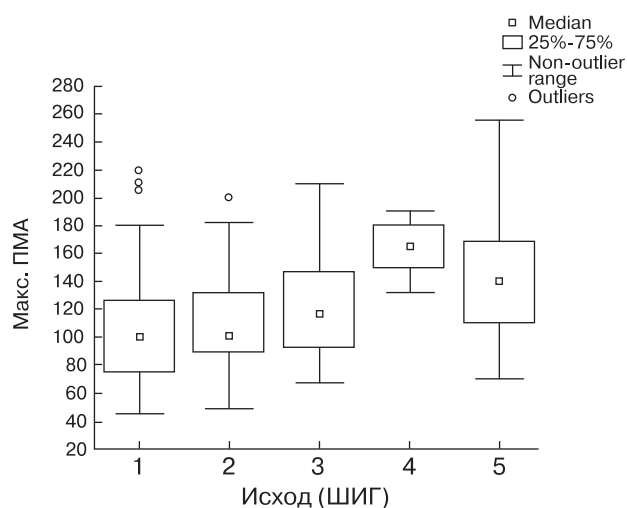
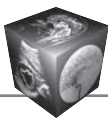


Рис. 2. Значения максимальной ЛСК в ПМА при различных исходах заболевания.

Fig. 2. Values of maximum blood flow velocity in the ACA with different outcomes of the disease.

Среднее значение скоростных показателей в ПМА у пациентов с хорошим исходом (ШИГ 1) составило 100 [75; 130] см/с при ШИГ 2 – 105 [90; 135] см/с, при ШИГ 3 – 115 [95; 150] см/с, при ШИГ 4 – 165 [155; 180] см/с, и при летальных исходах (ШИГ 5) – 145 [113; 165] см/с (рис. 2).

Для уточнения прогностической значимости ТКДГ был выполнен динамический анализ доплерографических показателей в СМА в зависимости от исхода заболевания по ШИГ.



Динамика доплерографических показателей у пациентов с отличным исходом заболевания (ШИГ 1)

Группу с отличным исходом заболевания (ШИГ 1) составили 87 (50,6%) пациентов, средний возраст которых был 47,9 года. У 36 (41,4%) пациентов не было отмечено клинических признаков АС. Спазм различной степени выраженности развивался у 51 (58,6 %) пациента: из них у 34 (66,6%) АС носил незначительный характер, у 14 (27,4%) – умеренный характер и тяжелый спазм отмечался у 3 (6,0%). По степени распространенности АС распределялся следующим образом: сегментарный – у 7 (13,7%), распространенный – у 23 (45%) и диффузный – у 21 (41,3%) пациента.

При анализе доплерографических показателей при динамическом наблюдении признаков спазма на 1–3-й день после САК не было выявлено ни в одном случае. Значения средней систолической ЛСК на 1-й день от момента кровоизлияния составили от 100 см/с. Нарастание средней ЛСК по СМА происходило с 6-го дня от момента САК и достигало максимальных значений на 8-й день, составляя в среднем $172,0 \pm 61,1$ см/с. Начиная с 9-го дня заболевания происходило постепенное снижение средней ЛСК. К 16-м суткам значения средней ЛСК составили 120 ± 17 см/с. Средняя продолжительность АС составила 10 дней (60% от времени мониторинга). На 20-е сутки мониторинга средние значения средней ЛСК составили 94 ± 12 см/с (рис. 4). Только у 3 пациентов данной группы средняя ЛСК составила 300 см/с. Средние

значения максимального подъема ЛСК за 24 ч по группе составили 19 см/с, ИЛ составил 2,3, ПИ – 0,8 (рис. 3, 4).

Динамика доплерографических показателей у пациентов с хорошим исходом заболевания (ШИГ 2)

Группу пациентов с исходом заболевания по ШИГ 2 составили 27 (15,7%) человек, средний возраст которых был 51,4 года. Из 27 пациентов незначительный спазм развивался у 16 (69,6%), умеренный – у 4 (17,4%) и тяжелый – у 3 (13,0%). Эхопризнаков АС не было выявлено у 4 (14,8%) пациентов, спазм различной степени тяжести развивался у 23 (85,2%) пациентов. По степени распространенности АС во 2-й группе распределялся следующим образом: сегментарный – у 3 (13%) пациентов, распространенный – у 10 (43,5%) и диффузный – у 10 (43,5%) пациентов. Динамические доплерографические исследования показали, что в течение 1–3-х суток от момента разрыва аневризмы спазм не регистрировали. Значения средней ЛСК на 1-й день от момента кровоизлияния составили от 100 см/с. По данным ТКДГ наблюдали медленный подъем ЛСК, однако развитие спазма регистрировали уже на 5-е сутки от момента кровоизлияния (значения средней систолической ЛСК по СМА составили 135 ± 31 см/с). На 7–8-е сутки средняя ЛСК поднималась до 200 см/с и достигала максимальных значений на 10-й день (225 см/с). С 11-х суток средняя ЛСК начинала снижаться, достигая умеренной степени

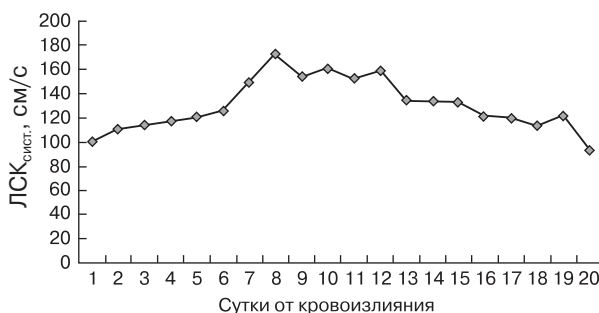


Рис. 3. Динамика средней ЛСК в СМА у пациентов с отличным исходом заболевания (ШИГ 1).

Fig. 3. Dynamics of mean blood flow velocity in the MCA with low disability patients (GOS 1).

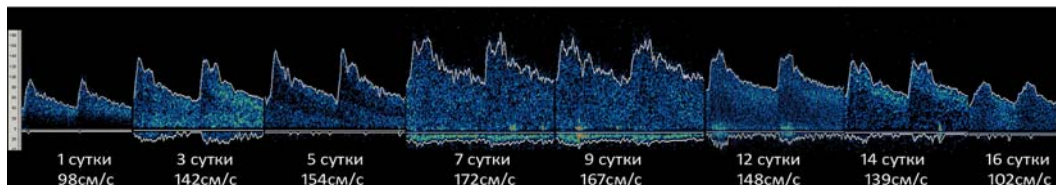


Рис. 4. Динамика АС у больного с разрывом аневризмы СМА (отличный исход).

Fig. 4. Dynamics of angiospasm with cerebral aneurysm rupture patient (GOS 1).

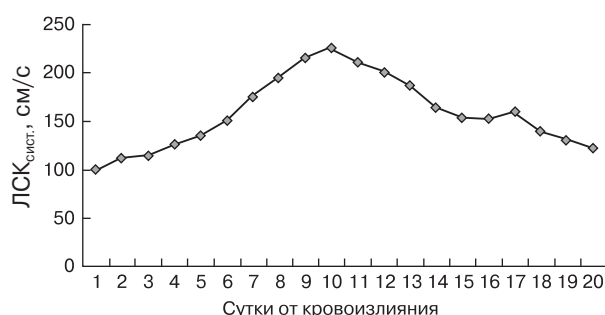
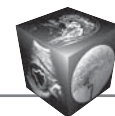


Рис. 5. Динамика средней ЛСК в СМА у пациентов с хорошим исходом заболевания (ШИГ 2).

Fig. 5. Dynamics of mean blood flow velocity in the MCA with moderate disability patients (GOS 2).

выраженности к 15-м суткам (средние значения ЛСК составили 153 ± 44 см/с). Средняя продолжительность спазма составила 16 дней (80% от времени мониторинга). Средняя ЛСК на 20-е сутки мониторинга составила 122 ± 18 см /с (рис. 6). Подъем средней ЛСК за сутки в среднем составил 23 ± 7 см/с. Средние значения ИЛ были равны 2,6, значения ПИ составили 0,7 (рис. 5).

Динамика доплерографических показателей у пациентов с удовлетворительным исходом заболевания (ШИГ 3)

Удовлетворительный исход заболевания, соответствующий ШИГ 3, наблюдали у 8 (4,65%) пациентов, средний возраст которых составил 51,6 года. Спазм различной степени тяжести развивался у всех пациентов данной группы. Незначительный спазм был у 2 (25%) пациентов, умеренный – у 4 (50%) и тяжелый – у 2 пациентов. Во всех наблюдениях АС в 3-й группе распространялся на сосуды обоих полушарий (диффузный). При доплерографических исследованиях в этой группе умеренный спазм был зарегистрирован с 1-х суток от момента кровоизлияния, значения средней систолической ЛСК составили от 130 см/с. К 4-м суткам значения средней ЛСК составили 136 ± 7 см/с. Далее происходило резкое увеличение средней ЛСК (на 5-е сутки средние показатели составили 169 см/с, на 6-е сутки – 210 см /с), которое достигало максимальных значений на 10-е сутки (средние показатели ЛСК составили 243 ± 25 см/с). Продолжительность выраженного спазма составила 10 дней (с 6-х по 16-е сутки с момента кровоизлияния). С 16-го дня средняя ЛСК начинала снижаться и к 20-м суткам достигала 157 ± 18 см/с. Таким образом, к 20-м суткам признаки умеренного спазма еще сохранялись. Общая продол-

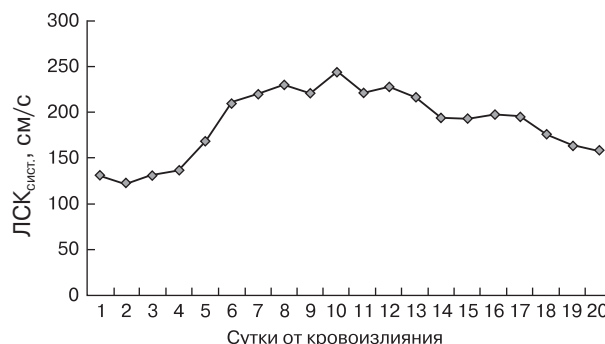


Рис. 6. Динамика средней ЛСК в СМА у пациентов с удовлетворительным исходом заболевания (ШИГ 3).

Fig. 6. Dynamics of mean blood flow velocity in the MCA with severe disability patients (GOS 3).

жительность спазма составила 20 дней (100% от времени мониторинга), ЛСК на 20-й день мониторинга – 157 ± 18 см/с (см. рис. 6). Подъем средней ЛСК за сутки в среднем составил 36 ± 5 см/с, ИЛ – 4,8, ПИ – 0,9 (см. рис. 6).

Динамика доплерографических показателей у пациентов с плохим исходом заболевания (ШИГ 4)

Исход заболевания ШИГ 4 наблюдался у 6 (3,48%) пациентов, средний возраст которых составил 51,8 года. Тяжелый спазм развивался в 83,3% наблюдений (5 из 6 пациентов), умеренный – у 1 пациента. По степени распространенности АА во всех наблюдениях была диффузной и распространялась на сосуды обоих полушарий. АС регистрировали уже на 1-е сутки от момента кровоизлияния (значения ЛСК_{сисст.} составили 130 см/с). На 2-е сутки значения средней ЛСК увеличились до 140 см/с. В последующие сутки отмечался резкий подъем средней ЛСК (на 6-е сутки ЛСК составила 215 ± 25 см/с, на 8-е сутки – 280 ± 32 см/с). Максимальные значения средней ЛСК были зарегистрированы на 12-е сутки (297 ± 15 см/с). До 18-х суток сохранялись эхопризнаки тяжелого спазма и лишь на 19-е сутки средние значения ЛСК составили 189 ± 15 см/с, что соответствовало умеренному спазму. Продолжительность спазма составила 20 дней (100% от времени мониторинга). Средние показатели ЛСК на 20-е сутки составили 140 ± 10 см /с, подъем ЛСК за сутки – в среднем 47 ± 10 см/с, ИЛ – 7,5, ПИ – 1,5 (рис. 7).

Несмотря на то что данная группа была малочисленной (6 пациентов), выявленная динамика ЛСК четко отображала тяжесть состояния пациентов. У всех пациентов ПИ повышался в среднем

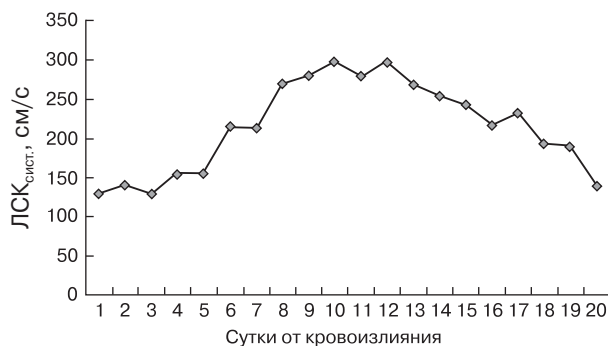
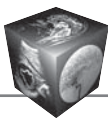


Рис. 7. Динамика средней ЛСК в СМА у пациентов с плохим исходом заболевания (ШИГ 4).

Fig. 7. Dynamics of mean blood flow velocity in the MCA with persistent vegetative state patients (GOS 4).

до 1,5, что свидетельствовало о косвенных признаках внутричерепной гипертензии. Средние значения ИЛ составили 7,5, что также свидетельствовало о тяжелом спазме.

Динамика доплерографических показателей у пациентов с летальным исходом заболевания (ШИГ 5)

Группу с исходами заболевания ШИГ 5 составили 44 (25,6%) пациента, средний возраст которых был 47,3 года. У 28 (63,6%) пациентов были зарегистрированы значения средней ЛСК в СМА выше 300 см/с (тяжелый спазм), у 13 (29,5%) пациентов регистрировали умеренный спазм и у 3 (6,8%) пациентов – незначительный спазм.

По степени распространенности АС во всех наблюдениях носил диффузный характер и распространялся на сосуды обоих полушарий. На 1-е сутки от момента кровоизлияния значения средней систолической ЛСК составили 130 см/с, но уже на 2-й день был отмечен резкий подъем средней ЛСК до 192 ± 66 см/с. В последующие дни ЛСК быстро нарастала в связи с прогрессирующим сужением артерии, оставаясь на уровне 213 ± 27 см/с (тяжелый спазм) до 20-х суток (рис. 9). Продолжительность спазма составила 20 суток (100% от времени мониторинга), значения индексов – ИЛ – 7,0, ПИ – 1,6 (рис. 8, 9).

Подъем средней ЛСК за сутки в среднем составил 78 ± 10 см/с. У 4 пациентов повышение ЛСК за первые 3 сут составило 100 см/с, что отмечалось только в данной группе. Раннее и прогрессивное повышение ЛСК у 13 пациентов привело к развитию тяжелого спазма (ЛСК свыше 300 см/с) уже на 7–8-е сутки после САК (рис. 9).

На рис. 9 представлена динамика доплерографических изменений по СМА у пациентки

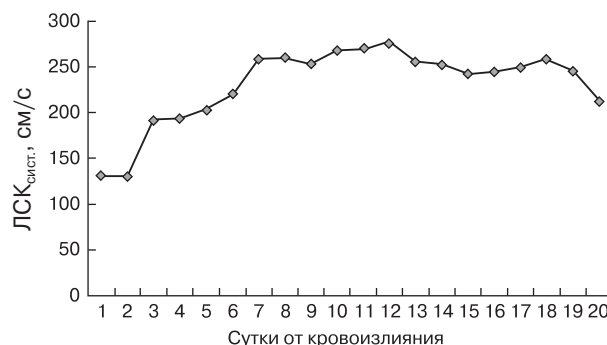


Рис. 8. Динамика средней ЛСК в СМА у пациентов с летальным исходом заболевания (ШИГ 5).

Fig. 8. Dynamics of mean blood flow velocity in the MCA with death patients (GOS 5).

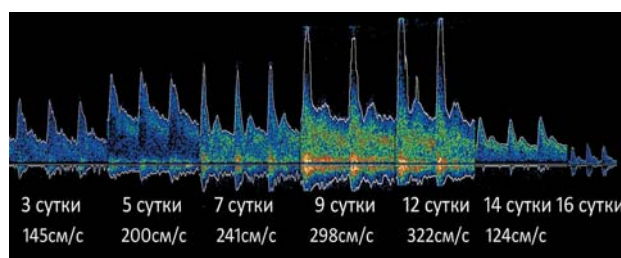


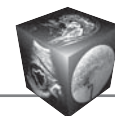
Рис. 9. Динамика спазма у больной с разрывом аневризмы СМА (ШИГ 5).

Fig. 9. Dynamics of angiospasm with cerebral aneurysm rupture patient (GOS 5).

с разрывом аневризмы СМА и летальным исходом (ШИГ 5). Допплерографическое исследование СМА: 3-и сутки – умеренный спазм (ЛСК_{средняя} 145 см/с, ИЛ 3,4), 5-е сутки – ЛСК_{средняя} 200 см/с, ИЛ – 5,7, 7-е сутки – ЛСК_{средняя} 241 см/с, ИЛ 6,3, ПИ – 1,25, доплерографические признаки внутричерепной гипертензии (ВЧГ), 9-е сутки – ЛСК_{средняя} 298 см/с, ИЛ – 6,9, 12-е сутки ЛСК_{средняя} 322 см/с, ИЛ – 8,9, ПИ – 1,30, 14-е сутки – снижение ЛСК до 124 см/с, 16-е сутки – ревербирующий кровоток.

Обсуждение

Своевременное выполнение профилактических мероприятий позволяет значительно уменьшить уровень летальности и степень инвалидизации у пациентов с разрывом аневризм головного мозга. Несмотря на успехи последних лет, проявления ОИМ определяют неблагоприятный исход после САК. Методы ультразвуковой диагностики являются доступным и точным средством, для того чтобы определить у пациента высокий риск развития ОИМ, назначить соответствующую медика-



ментозную профилактику и спланировать выполнение рационального оперативного лечения. Благодаря отечественным и зарубежным исследователям последних десятилетий были выявлены доплерографические признаки ОИМ [3, 12, 13, 15].

К. Jarus-Dziedzic и соавт. (2002) определяли скорость кровотока методом ТКДГ в СМА и ПМА у 127 пациентов с САК с целью прогноза возникновения отсроченной мозговой ишемии [13]. У 20 (16%) пациентов, средние скорости которых были выше, чем 120 см/с в СМА и 90 см/с ПМА, ОИМ была впоследствии диагностирована клинически. У пациентов с ОИМ были характерны высокие значения кровотока в раннем периоде после САК, сохранявшиеся дольше, по сравнению с пациентами, у которых не наблюдалось ОИМ [13]. По мнению А.А. Даушевой и соавт., наиболее точным индикатором риска развития острой церебральной ишемии является уровень систолической ЛСК в СМА до 295 ± 6 см/с [3].

Значения ЛСК в различные сроки после САК варьировали от 89 до 357 см/с, причем минимальным значениям ЛСК соответствовала ишемия по данным КТ объемом 2 см³, максимальным – 714 см³. Разница во времени между измерением ЛСК и появлением КТ-признаков ишемии составила в среднем 3–4 сут. Показатели ЛСК у пациентов без признаков ишемии по данным КТ колебалась от 120 до 200 см/с. Нами не отмечено зависимости между абсолютными значениями ЛСК, объемом и распространенностью ишемии (так, у одного пациента при увеличении ЛСК с 178 до 220 см/с объем ишемии нарастал на 30%, а у другого увеличение ЛСК с 220 до 280 см/с привело к нарастанию ишемии на 69% от первоначального объема).

Таким образом, повышение ЛСК у пациентов с разрывом интракраниальных аневризм является ранним признаком развития ишемических изменений, фиксируемых по данным КТ (в среднем на 3–4-е сутки после ТКДГ). D.G. Grosset и соавт. (1993) исследовали скорость кровотока в СМА, ПМА и ВСА методом ТКДГ у 121 пациента с САК в остром периоде с регистрацией кровотока (ежедневно или каждый 2-й день после САК) в течение 14 дней [12]. Авторы показали, что пик ЛСК может быть одним из прогностических факторов в развитии ОИМ, однако в ряде случаев максимальная скорость кровотока регистрировалась только после начала неврологического дефицита. В результате было отмечено, что показатель увеличения скорости в течение первых нескольких дней после САК был значительно выше у пациентов с развившимся впоследствии ОИМ (макси-

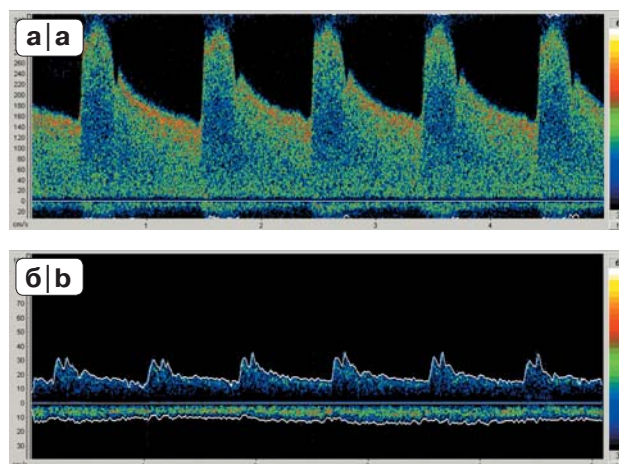


Рис. 10. Допплерограммы больного А., 53 года. а – доплерограмма СМА: ЛСК 340 см/с; б – доплерограмма ВСА: ЛСК 36 см/с; ИЛ 9,4 (выраженный спазм).

Fig. 10. Doppler ultrasound, patient A. a – MCA: blood flow velocity 340 cm/s; b – ICA: blood flow velocity 36 cm/s; LR = 9.4 (severe cerebral angiospasm).

мальное скоростное увеличение за 24 ч составило 65 ± 5 см/с у пациентов с ОИМ и 47 ± 3 см/с у пациентов без ОИМ, $p = 0,003$) [12].

В нашем исследовании подъему ЛСК предшествовало клиническое проявление ишемии мозга, причем быстрое и раннее повышение ЛСК предвещало развитие ишемии как в пред-, так и в послеоперационном периоде. Резкое повышение ЛСК (в течение 24–48 ч) у пациентов в послеоперационном периоде в 100% наблюдений приводило к увеличению объема ишемических изменений по данным КТ, что может быть использовано как один из прогностических факторов риска ухудшения состояния пациента.

Измерение ИЛ показало, что у пациентов без признаков спазма ИЛ не превышал значения 2,5 у 92,3%, 3,0 – у 3,2%, а у 4,5% пациентов не превышал 3,5. При незначительном спазме нормальные значения ИЛ (меньше 2,5) были отмечены у 22%, 2,5–3,0 – у 40%, от 3 до 4,7 – у 38% пациентов. При умеренном спазме у 10,5% пациентов ИЛ не превышал 3,0; у 67,5% имел значения от 3,1 до 6,3, у 22,0% был выше 6,4. При тяжелом спазме ИЛ у всех пациентов имел значения больше 6,0 (рис. 10).

Исключение составили 7 пациентов, у которых ИЛ составил 2,5–2,8 при ЛСК от 235 до 300 см/с. Данные значения ИЛ свидетельствовали о наличии у этих пациентов гиперемии. В этих наблюдениях регистрировали увеличение ЛСК не только по мозговым сосудам, но и по ВСА на шее. Гиперемия сопровождалась резким увеличением ЛСК в артериях основания мозга и в экстракраниаль-

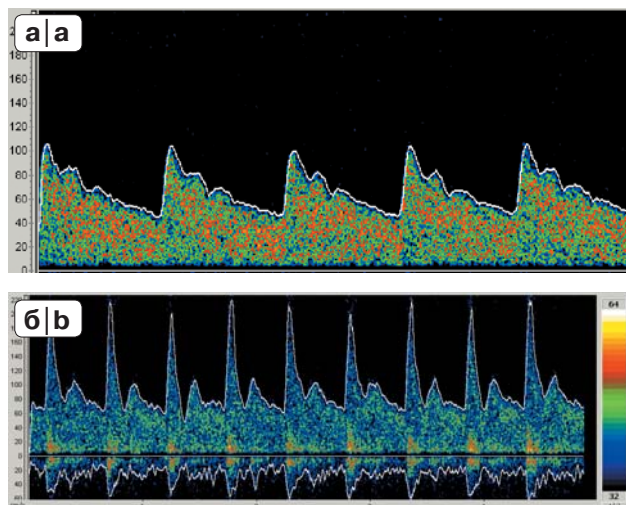
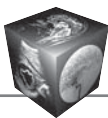


Рис. 11. Допплерограммы. а – при нормальном ВЧД; б – повышенное ВЧД.

Fig. 11. Doppler ultrasound. a – normal intracranial pressure; b – increased intracranial pressure.

ном отделе ВСА, что свидетельствовало об отсутствии АС.

В группе пациентов старше 60 лет ИЛ в 62,8% наблюдений (у 15 из 22 пациентов) не соответствовал степени выраженности АС, варьируя от 4 до 5 при ЛСК в СМА 100–120 см/с. У 12 пациентов с тяжестью состояния III–IV степень по шкале Hunt–Hess ИЛ составил 6 при ЛСК в СМА 100–120 см/с, что указывало на выраженность АС. Полученные данные свидетельствуют о необходимости измерения ИЛ у лиц пожилого возраста, а также у пациентов с тяжелым течением заболевания [15]. Мы считаем, что оценка спазма только по данным ЛСК может быть недостаточной для интерпретации выраженности АС или даже вводящей в заблуждение при гиперперфузии, поэтому необходимо ИЛ измерять в рутинных доплерографических исследованиях.

Значения ПИ у пациентов с САК варьировали от 0,37 до 2,6, имея в целом тенденцию к снижению у большинства больных по мере увеличения ЛСК. Повышение индекса пульсации кровотока в артерии с увеличением систолидиастолической разницы ЛСК наблюдали у больных с клиническими признаками ВЧГ. При нормальном внутричерепном давлении (ВЧД) ПИ был равен 0,8–1,0. По мере нарастания ВЧД происходило изменение систолидиастолического соотношения, что приводило к увеличению ПИ > 1,0 (рис. 11). В этом случае снижение ЛСК свидетельствовало о нарастании ВЧД, а не о разрешении АС. Изменение профиля доплерографической кривой, а именно снижение диастолической скорости кровотока

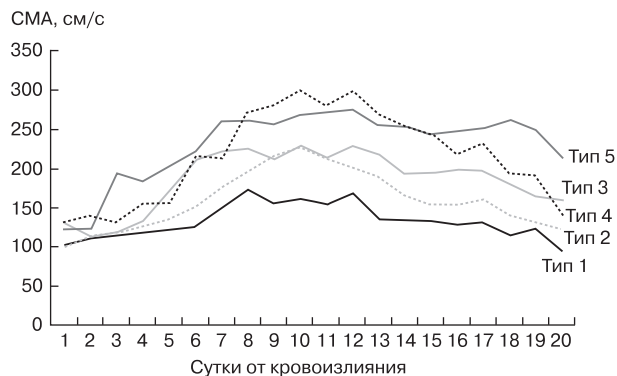


Рис. 12. Типы течения САК в зависимости от доплерографических показателей.

Fig. 12. Types of subarachnoid hemorrhage course depending on transcranial Doppler.

и повышение ПИ мы наблюдали у 23 пациентов. Из них у 18 пациентов проводили мониторинг ВЧД в непрерывном режиме с помощью субдурального / паренхиматозного датчиков. У всех пациентов наблюдали ВЧГ с подъемом ВЧД до 40 мм рт.ст. При измерении ПИ у данных пациентов отмечали его увеличение от 1,6 до 2,2.

Заключение

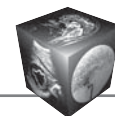
Проведение динамических доплерографических исследований позволило выделить 5 типов течения заболевания на основании доплерографических признаков в зависимости от значений ЛСК, начала развития спазма, увеличения ЛСК в течение суток, динамических скоростных характеристик, значений ПИ и ИЛ (рис. 12).

Кроме того, в результате нашего исследования были выявлены четкие прогностические критерии исхода заболевания, основанные на динамических показателях ТКДГ:

- раннее и прогрессивное увеличение средней ЛСК (развитие спазма на 1-е сутки после кровоизлияния);
- развитие критического спазма (ЛСК свыше 300 см/с) уже на 7–8-е сутки после САК;
- подъем средней ЛСК за сутки более чем на 36 см/с;
- продолжительность спазма более 16 дней;
- повышение ПИ (более чем 1,0) и ИЛ (более чем 4,8);
- наличие диффузного спазма.

Список литературы

1. Findlay J.M., Nisar J., Darsaut T. Cerebral vasospasm: a review. *Can. J. Neurol. Sci.* 2016; 43 (1): 15–32. <http://doi.org/10.1017/cjn.2015.288>.



2. Крылов В.В., Гусев С.А., Титова Г.П. Сосудистый спазм при субарахноидальном кровоизлиянии. Клинический атлас. М.: Макцентр, 2000. 191 с.
3. Даушева А.А., Белоусова О.Б., Мякота А.Е. и др. Прогнозирование ишемических осложнений, обусловленных церебральным артериальным спазмом после субарахноидальных кровоизлияний (клинико-доплерографические сопоставления). *Вопросы нейрохирургии*. 1996; 2: 6–11.
4. Крылов В.В., Природов А.В. Факторы риска хирургического лечения аневризм средней мозговой артерии в остром периоде кровоизлияния. *Нейрохирургия*. 2011; 1: 31–41.
5. Крылов В.В., Гусев С.А., Гусев А.С. Сосудистый спазм при разрыве аневризм головного мозга. *Нейрохирургия*. 2000; 3: 4–13.
6. Петриков С.С., Крылов В.В. Нейромониторинг у больных с внутричерепными кровоизлияниями. Часть 2. Оценка мозгового кровотока и нейрофизиологический мониторинг. *Нейрохирургия*. 2010; 1: 5–9.
7. Mastantuono J.-M., Combescure C., Elia N., Tramèr M., Lysakowski C. Transcranial Doppler in the Diagnosis of Cerebral Vasospasm. An Updated Meta-Analysis. *Critical Care Med*. 2018; 46 (10): 1665–1672. <http://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003297>.
8. Viski S., Olah L. Use of Transcranial Doppler in Intensive Care Unit. *J. Crit. Care Med. (Targu Mures)*. 2017; 19; 3 (3): 99–104.
9. Neulen A., Prokesch E., Stein M. Image-guided transcranial Doppler sonography for monitoring of vasospasm after subarachnoid hemorrhage. *Clin. Neurol. Neurosurg.* 2016; 145: 14–18. <http://doi.org/10.1016/j.clineuro.2016.03.012>.
10. McMahon C.J., McDermott P., Horsfall D. et al. The reproducibility of transcranial Doppler middle cerebral artery velocity measurements: implications for clinical practice. *Br. J. Neurosurg.* 2007; 21: 1: P. 21–27. <http://doi.org/10.1080/02688690701210539>.
11. Sloan M.A., Wozniak M.A., Macro R.F. Transcranial Doppler and subarachnoid hemorrhage Transcranial Doppler Ultrasonography. Eds V.L. Babikian, L.R. Wechsler. 2nd ed. Boston: Mass. Butterword-Heinemann, 1999: 109–127.
12. Grosset D.G., Straiton J., McDonald I., Cockburn M., Bullock R. Use of transcranial Doppler sonography to predict development of a delayed ischemic deficit after subarachnoid hemorrhage. *J. Neurosurg.* 1993; 78 (2): 183–187. <http://doi.org/10.3171/jns.1993.78.2.0183>.
13. Jarus-Dziedzic K., Juniewicz H., Wroński J., Zub W.L., Kasper E., Gowacki M., Mierzwa J. The relation between cerebral blood flow velocities as measured by TCD and the incidence of delayed ischemic deficits. A prospective study after subarachnoid hemorrhage. *Neurol. Res.* 2002; 24 (6): 582–592. <http://doi.org/10.1179/016164102101200393>.
14. Kumar G., Shahripour R.B., Harrigan M.R. Vasospasm on transcranial Doppler is predictive of delayed cerebral ischemia in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a systematic review and meta-analysis. *J. Neurosurg.* 2016; 124 (5): 1257–1264. <http://doi.org/10.3171/2015.4.JNS15428>.
15. Крылов В.В., Природов А.В., Петриков С.С. Нетравматическое субарахноидальное кровоизлияние: диагностика и лечение. *Болезни сердца и сосудов*. 2008; 1: 15–18.

References

1. Findlay J.M., Nisar J., Darsaut T. Cerebral vasospasm: a review. *Can. J. Neurol. Sci.* 2016; 43 (1): 15–32. <http://doi.org/10.1017/cjn.2015.288>.
2. Krylov V.V., Gusev S.A., Titova G.P. Vascular spasm in subarachnoid hemorrhage. Clinical Atlas. M.: Makcenter, 2000. 191 p. (In Russian)
3. Dausheva A.A., Belousova O.B. Miakota A.E. et al. Prediction of ischemic complications caused by cerebral arterial spasm after subarachnoid hemorrhages (clinical-Doppler comparison). *Issues of neurosurgery*. 1996; 2: 6–11. (In Russian)
4. Krylov V.V., Prirodov A.V. Risk factors for surgical treatment of middle cerebral artery aneurysms in acute hemorrhage. *Neurosurgery*. 2011; 1: 31–41. (In Russian)
5. Krylov V.V., Gusev S.A., Gusev A.S. Vascular spasm after rupture of brain aneurysms. *Neurosurgery*. 2000; 3: 4–13. (In Russian)
6. Petricov S.S., Krylov V.V. Assessment of cerebral blood flow and neurophysiological monitoring. *Neurosurgery*. 2010; 1: 5–9. (In Russian)
7. Mastantuono J.-M., Combescure C., Elia N., Tramèr M., Lysakowski C. Transcranial Doppler in the Diagnosis of Cerebral Vasospasm. An Updated Meta-Analysis. *Critical Care Med*. 2018; 46 (10): 1665–1672. <http://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003297>.
8. Viski S., Olah L. Use of Transcranial Doppler in Intensive Care Unit. *J. Crit. Care Med. (Targu Mures)*. 2017; 19; 3 (3): 99–104.
9. Neulen A., Prokesch E., Stein M. Image-guided transcranial Doppler sonography for monitoring of vasospasm after subarachnoid hemorrhage. *Clin. Neurol. Neurosurg.* 2016; 145: 14–18. <http://doi.org/10.1016/j.clineuro.2016.03.012>.
10. McMahon C.J., McDermott P., Horsfall D. et al. The reproducibility of transcranial Doppler middle cerebral artery velocity measurements: implications for clinical practice. *Br. J. Neurosurg.* 2007; 21: 1: P. 21–27. <http://doi.org/10.1080/02688690701210539>.
11. Sloan M.A., Wozniak M.A., Macro R.F. Transcranial Doppler and subarachnoid hemorrhage Transcranial Doppler Ultrasonography. Eds V.L. Babikian, L.R. Wechsler. 2nd ed. Boston: Mass. Butterword-Heinemann, 1999: 109–127.
12. Grosset D.G., Straiton J., McDonald I., Cockburn M., Bullock R. Use of transcranial Doppler sonography to predict development of a delayed ischemic deficit after subarachnoid hemorrhage. *J. Neurosurg.* 1993; 78 (2): 183–187. <http://doi.org/10.3171/jns.1993.78.2.0183>.
13. Jarus-Dziedzic K., Juniewicz H., Wroński J., Zub W.L., Kasper E., Gowacki M., Mierzwa J. The relation between cerebral blood flow velocities as measured by TCD and the incidence of delayed ischemic deficits. A prospective study after subarachnoid hemorrhage. *Neurol. Res.* 2002; 24 (6): 582–592. <http://doi.org/10.1179/016164102101200393>.
14. Kumar G., Shahripour R.B., Harrigan M.R. Vasospasm on transcranial Doppler is predictive of delayed cerebral ischemia in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a systematic review and meta-analysis. *J. Neurosurg.* 2016; 124 (5): 1257–1264. <http://doi.org/10.3171/2015.4.JNS15428>.
15. Krylov V.V., Prirodov A.V. Petricov S.S. Nontraumatic subarachnoid hemorrhage: diagnosis and treatment. *Heart and vascular diseases*. 2008; 1: 15–18. (In Russian)



Для корреспонденции*: Рыбалко Наталья Владимировна – 129090 Москва, Большая Сухаревская площадь, 3. Тел.: +7-915-297-33-43. E-mail: rybalko_dr@mail.ru

Хамидова Лайла Тимарбековна – канд. мед. наук, руководитель отделения ультразвуковой и функциональной диагностики НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского, Москва.

Крылов Владимир Викторович – академик РАН, доктор мед. наук, директор клинического медицинского центра МГМСУ имени А.И. Евдокимова, заведующий кафедрой нейрохирургии и нейрореанимации МГМСУ имени А.И. Евдокимова, Москва.

Петриков Сергей Сергеевич – профессор РАН, доктор мед. наук, директор ГБУЗ НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского, профессор кафедры нейрохирургии и нейрореанимации МГМСУ имени А.И. Евдокимова, Москва.

Рыбалко Наталья Владимировна – доктор мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения ультразвуковой и функциональной диагностики НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского, Москва.

Contact*: Natalia V. Rybalko – 129090 Moscow, Bolshaya Sukharevskaya Square, 3. Phone: +7-915-297-33-43. E-mail: rybalko_dr@mail.ru

Laila T. Khamidova – cand. of med. sci., Head of the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics in N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Health Department, Moscow.

Vladimir V. Krylov – doct. of med. sci., Academic of the Russian Academy of Sciences, Director the Clinical medical center of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “A.I. Evdokimov, Moscow State University of Medicine and Dentistry” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation for scientific work, associate professor of the Department of Anesthesiology, Reanimatology and Urgent Medicine Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow.

Sergey S. Petrikov – Professor of the Russian Academy of Sciences, doct. of med. sci., Director of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Professor of the Department of Neurosurgery and Neuroreanimation Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow.

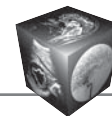
Natalia V. Rybalko – doct. of med. sci., leading researcher of the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics in N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Health Department, Moscow, Moscow.

Поступила в редакцию 29.03.2019.

Received on 29.03.2019.

Принята к печати 24.04.2019.

Accepted for publication on 24.04.2019.



Наталья Иосифовна Афанасьева – Шарль Перро отечественной рентгенологии

**Natalia I. Afanasyeva –
Charles Perrault
of national radiology**

**“Сказки моей матушки Гусыни, или Истории
и сказки былых времен с поучениями”
(Сборник. Шарль Перро, 1697).**

*Можно ли стать из замарашки принцессой
(особенно если твоя крестная – богатая и влия-
тельная персона)?*

*Насколько реальна ситуация, когда свекровь
хочет живьем сожрать свою молодую и наивную
невестку?*

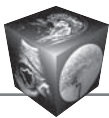
*Стоит ли маленьким девочкам ложиться в кро-
вать, не зная с кем? Ведь там может оказаться не
бабушка, а волк...*

*Необходим ли брак по расчету? Ведь женихом
может оказаться настоящий деспот вроде Синей
Бороды...*

На фронтисписе первого издания изображена няня за веретеном. Она рассказывает сказки детям, столпившимся вокруг нее с разинутыми ртами. Вокруг них изгибается надпись: “Сказки моей матушки Гусыни”. В широком смысле эта няня представляет собой мать-землю, хранительницу сказок, для которой все мы только дети. Образ “матушки Гусыни”, предложенный Шарлем Перро как выражение родины, народной души,

кажется, идеально подходит для Натальи Иосифовны. Но есть кое-что еще. Серьезный анализ сказок Перро и основных его первоисточников (“Сказка сказок” Базиле и “Сказка об Амуре и Психее” Апулея) приводит к пониманию матушки Гусыни как няни из народа, а рассказываемых ею сказок – как золота.

Обратимся ко второй части названия: “Истории былых времен с поучениями”. В наши дни сказки Шарля Перро известны широкой публике главным образом в пересказе для детей, с искаженными окончаниями и без моралей автора. Аналогичные искажения прослеживаются и в современной рентгенологии. Наперекор сомнительным тенденциям дочь известных рентгенологов – Иосифа Львовича Тагера и Валентины Сергеевны Афанасьевой – Наталья Иосифовна, матушка Гусыня наших дней, преподает знания классической рентгенологии в первозданном неискаженном времени и людьми виде на протяжении более 40 лет, сопровождая каждого слушателя (а для нее все они любимые дети) поучениями, наставлениями, назиданиями, нравоучениями, моралью и напутствиями.



Круглая дата – это не повод закругляться. Ваши мудрость, рассудительность, доброе имя, достоинство, совесть, ответственность, милосердие, благодать нужны нам всегда!

*Сотрудники кафедры
лучевой диагностики и терапии
ФГБОУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова
Минздрава России*

**Уважаемая и дорогая
Наталья Иосифовна!**

...Обаяние, тонкость, “умная” красота – вот что в первую очередь приходит на ум о Вас, как о Женщине! Профессионализм, терпение, сострадание, желание поделиться опытом – это о Вас как о Враче и Педагоге! Мудрость, порядочность, духовность – качества Человека с большой буквы! И все это без ложного пафоса и героизма!

Опыт и знания Ваших родителей и учителей Вы умело используете на благо пациентов и терпеливо вкладываете в души учеников. И сколько их было за эти годы – не сосчитать: талантливых и незадачливых, юных и не очень, высокопоставленных и совсем незаметных героев! Но в любом случае – благодарных! Вы вводите их в новый мир, приоткрываете закрытые двери и делитесь профессиональными тайнами. Какой-то магнит внутри притягивает к Вам друзей, соратников, просто коллег! С Вами очень надежно, и все, кто рядом, это чувствуют!

Что Вам пожелать? Конечно, здоровья, творческих успехов (ведь если медицина и педагогика – это искусство, то Вы – художник), благополучия в семье! Что можно пожелать еще, когда уже столько сказано, и будет сказано еще? Мне кажется, согласия! Согласия с собой, судьбой, близкими и друзьями! Согласия и мира!

...Но при этом никогда не терять духа противоречия и авантюризма! У Вас и у нас все еще впереди!

*Ольга Федоровна Природова,
проректор по послевузовскому
и дополнительному образованию
ФГБОУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова
Минздрава России*

**Дорогая и глубокоуважаемая
Наталья Иосифовна!**

...Вы достойная дочь своих родителей – Иосифа Львовича Тагера и Валентины Сергеевны Афанасьевой. Ваши родители учили нас, и мы учились по их книгам, мы им очень благодарны! Спасибо им большое.

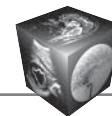
Мы знаем Вас как душевного благородного человека с высоким чувством долга! Вы – врач-

лучевик, профессионал высокого качества, прекрасный педагог и учитель, щедро делитесь своими знаниями с молодыми врачами. Вы подготовили (и готовите) большое число учеников для работы в нашей большой стране. Честь и хвала ВАМ! Они Вам благодарны и гордятся Вами! Запомните главное: Ваша круглая дата – еще не вечер! Вам представилась возможность оглянуться назад и оценить свою частную и творческую жизнь, но при этом есть большая возможность мечтать о больших делах, подумать о новых творческих планах и главное – есть время и здоровье все это выполнить! Мы все желаем Вам успеха во всех начинаниях!!! Продолжайте с успехом учить, творить и мечтать!!! Жизнь стоит того!!!

*Эра Арсеньевна Береснева,
Ирина Евгеньевна Селина,
Светлана Викторовна Шевякова,
Нана Вахтанговна Кутателадзе,
Ольга Викторовна Квардакова
Коллектив рентгеновского отделения
НИИ СП имени Н.В. Склифосовского*

Дорогая Наталья Иосифовна!

...Через несколько лет после окончания мной клинической ординатуры на кафедре лучевой диагностики и терапии РНИМУ имени Н.И. Пирогова один из студентов, размышлявший над вопросом о получении постдипломного образования по рентгенологии, спросил меня: “Скажите, а на кафедре лучевой диагностики второго меда, которую вы закончили, учат?” – “Ну что за вопрос? Конечно, учат!” ... Но вопрос этот оказался не случайным и не таким простым, как показалось на первый взгляд. Заданный вопрос заставил меня задуматься: а только ли навыками врача-рентгенолога я овладел на кафедре благодаря ее сотрудникам? Конечно же, нет! Одно из главных знаний и качеств, полученных мною в процессе обучения на кафедре благодаря Вам, – это отношение к профессии. В первую очередь это понимание того, что за каждым рентгеновским снимком, КТ- или МРТ-исследованием стоит пациент... Каждое сказанное тобой слово, когда отдаешь результаты исследования (а многие пациенты хотят получить не только снимок и заключение, но и услышать мнение врача-рентгенолога, посмотрев ему в глаза), может в равной степени напугать пациента, исказить смысл полученной информации, отвратить его от правильного лечения. Выполняя исследование и анализируя изображение, врач должен думать не о том, вовремя ли ты закончишь свой рабочий день, ... а хватает ли тебе твоих знаний для качественной интерпретации исследования, или надо посоветоваться



с коллегами, прочитать несколько свежих статей, очередную книгу... Благодаря Вам мне стало понятно, что в медицине имеющихся у тебя знаний никогда не достаточно!.. Возникает вопрос: а как же можно научить не только рентгенологии, но и правильному отношению к работе? А ответ следующий: это возможно, если подходить к процессу обучения с “душой”! И такая “душа” у кафедры лучевой диагностики и терапии РНИМУ имени Н.И. Пирогова есть – Наталья Иосифовна Афанасьева. Поэтому отвечая на вопрос, поставленный в начале, еще раз хочу подчеркнуть – учат! И не только профессиональным навыкам, но и человечности! От выпускников кафедры Вам, Наталья Иосифовна, – безмерная благодарность!

*Учеваткин Андрей Алексеевич,
генеральный директор ЦЭЛТ,
врач-рентгенолог, врач высшей категории*

Дорогая Наталья Иосифовна!

... Самый главный выбор в своей жизни, который “Вы сделали”, – это выбрали “свое время” и “своих родителей”. Дальше уже было легче... Наше послевоенное поколение оказалось самым счастливым во всем XX веке еще и потому, что на рассветные годы пришлось время мечтаний и надежд, места которым нет для большинства в жизнь вступающих в наши дни... С рождения Вы были обречены стать врачом и не просто врачом, а врачом-рентгенологом, этому способствовал Ваш второй выбор – выбор родителей – Иосиф Львович Тагер и Валентина Сергеевна Афанасьева.

На земле есть только три профессии от Бога: учитель, врач и судья. Остальные от людей. С медициной вообще и рентгенологией в частности, кроме родителей, Вас знакомили прекрасные учителя: Л.Д. Линденбратен, И.Х. Рабкин, Н.Т. Адамов... Сегодня Вы готовите уже своих учеников. Соблюдается тот самый незыблемый, вечный принцип: “Учитель! Воспитавай учеников, чтоб было у кого потом учиться”... Вы по-прежнему до блеска в глазах влюблены в свое дело – лечить и учить, продолжаете активно работать, даже порой на голом энтузиазме, ибо для Вас, с моей точки зрения, счастье – это не погоня за богатством, а удовлетворение тем, что имеется внутри Вас. Во все времена мудрость заключалась в том, чтобы отречься от богатства, ибо мудрость ориентирована на вечное, а вечного богатства не бывает... Сколько бы Вам ни было лет – это всегда самый подходящий возраст, чтобы радоваться жизни.

Хочу пожелать Вам прежде всего здоровья, удачи, оптимизма, благополучия, любви, не жалеть об ошибках, которые хочется повторить, и делать

добро невзирая на возмездие. Александр Дюма сказал: между легкомысленным 60-летием и мудрым 80-летием 70 лет – это самый отличный возраст!

*Ратобильский Геннадий Викторович,
заведующий сектором лучевой диагностики
НИИ фтизиопульмонологии ФГБОУ ВО Первый
МГМУ имени И.М.Сеченова Минздрава России*

Дорогая Наталья Иосифовна!

Так получилось, что по жизни мы с Вами встречались, но профессионально не пересекались никогда. Мое отношение к Вам сродни отношению к Прекрасной Незнакомке, о которой что-то знаешь с чьих-то слов, а собственное впечатление формируешь исключительно на том восприятии, которое рождается в результате таких кратких встреч.

Я всегда, на протяжении десятилетий, был наслышан о Вас как о высоком профессионале, и этим Вы становились для меня все интересней и привлекательней, так как на протяжении всей жизни я всегда преклоняюсь перед красивыми и умными женщинами.

О таких как Вы говорят, что она “душа” компании (коллектива). Я бы сказал, что Вы светская дама из XIX века, основательница салона, профессионального салона, быть вхожим в который каждый сочтет за честь.

Мы виделись за всю нашу профессиональную жизнь не более десяти раз. Но всякий раз встречались, как вчера простившись.

Говорят, люди меняются, даже на клеточном уровне, в течение года. И при новой встрече тревожатся, как их воспримут бывшие знакомые в новых обстоятельствах.

С Вами встречаться легко, просто и интересно. Вы – прекрасный рассказчик, и я всегда получаю искреннее удовольствие от наших профессиональных и “светских” бесед.

Вы чуть старше, но относитесь к категории людей, которые, однажды ставши взрослыми, так и остаются навсегда молодыми. Энергия, жизненный задор, благосклонность к людям делают таких как Вы притягательными, исключительными, избранными, потому что люди такого склада – Личности. Вы – сильная личность, хрупкая, красивая женщина. Я желаю Вам крепкого здоровья, светлых мыслей, отличного настроения и долгого творческого пути для реализации всего задуманного и в жизни, и в профессии.

*Искренне Ваш,
Григорий Григорьевич Кармазановский
главный редактор журнала
“Медицинская визуализация”*