

МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

ТОМ 21

Medical Visualization

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

1'2017



- Качественная и количественная оценка проводящих путей с помощью диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии у детей с церебральным инсультом
- Опыт применения контрастной сонографии в дифференциальной диагностике опухолевых образований печени
- Зональная анатомия предстательной железы: всегда ли нам нужна центральная зона?
- Факторы риска и патофизиология контраст-индуцированной нефропатии после мультиспиральной компьютерной томографии с контрастным усилением

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

2017, том 21, №1

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 к.м.н. С.Ю. Ким

Заместитель главного редактора д.м.н. С.В. Китаев

Редакционная коллегия:

А.Б. Абдураимов, д.м.н.
А.В. Араблинский, профессор
Р.Ф. Бахтиозин, профессор
А.В. Борсуков, профессор
М.В. Вишнякова, профессор
А.И. Громов, профессор
Б.И. Долгушин, академик РАН
А.В. Зубарев, профессор
В.Н. Корниенко, академик РАН
П.М. Котляров, профессор

М.В. Кротенкова, д.м.н.
Н.Н. Кизименко, профессор
В.А. Кубышкин, академик РАН
А.Б. Лукьянченко, профессор
С.П. Морозов, профессор
Л.П. Орлова, профессор
С.П. Прокопенко, к.м.н.
И.Н. Пронин, академик РАН
Н.И. Рожкова, профессор
М.В. Ростовцев, профессор
В.Е. Сеницын, профессор

Ю.А. Степанова, д.м.н.
(ответственный секретарь)
С.К. Терновой, академик РАН
И.Е. Тимина, д.м.н.
А.А. Тихонов, профессор
И.Е. Тюрин, профессор
В.П. Харченко, академик РАН
В.В. Цвиркун, профессор
В.М. Черемисин, профессор
А.И. Щёголев, профессор
А.Л. Юдин, профессор

Редакционный совет:

Е.А. Ахметов (Астана, Казахстан)
Л.А. Ашрафян (Москва, Россия)
N. Gourtsoyiannis (Ираклион, Греция)
В.Д. Завадовская (Томск, Россия)
Ю.Т. Игнатьев (Ташкент, Узбекистан)
А.И. Икрамов (Ташкент, Узбекистан)
F. Caseiro-Alves (Коимбра, Португалия)
G.P. Krestin (Роттердам, Голландия)

Р.И. Рахимжанова (Астана, Казахстан)
R. Rienmuller (Грац, Австрия)
Ф.И. Тодуа (Тбилиси, Грузия)
Т.Н. Трофимова (Санкт-Петербург, Россия)
В.Ю. Усов (Томск, Россия)
М.Х. Ходжибеков (Ташкент, Узбекистан)
W. Schima (Вена, Австрия)

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”

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

“МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ”

© 2017 ООО “Видар”,

все права сохраняются.

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

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 the Russian Society of Roentgenologists and Radiologists



Медицинская визуализация

2017, V. 21, N1

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 S.Yu. Kim, Ph.D.

Deputy Chief Editor S.V. Kitaev, Ph.D.

Editorial Board:

A.B. Abduraimov, Ph.D., Professor
A.V. Arablinsky, Ph.D., Professor
R.F. Bahtiozin, Ph.D., Professor
A.V. Borsukov, Ph.D., Professor
M.V. Vishnjakova, Ph.D., Professor
A.I. Gromov, Ph.D., Professor
B.I. Dolgushin, Academician
A.V. Zubarev, Ph.D., Professor
V.N. Kornienko, Academician
P.M. Kotliarov, Ph.D., Professor

M.V. Krotenkova, Ph.D., Professor
N.V. Kizimenko, Ph.D., Professor
V.A. Kubyshekin, Academician
A.B. Lukyanchenko, 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
N.I. Rozhkova, Ph.D., Professor
M.V. Rostovtsev, Ph.D., Professor
V.E. Sinitsyn, Ph.D., Professor

Yu.A. Stepanova, Ph.D., Professor
(Executive Secretary)
S.K. Ternovoy, Academician
I.E. Thimina, Ph.D., Professor
A.A. Tikhonov, Ph.D., Professor
I.E. Tyurin, Ph.D., Professor
V.P. Kharchenko, Academician
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:

E.A. Akhmetov (Astana, Kazakhstan)
L.A. Ashrafiyan (Moscow, Russia)
N. Gourtsoyiannis (Athens, Greece)
V.D. Zavadovskaya (Tomsk, Russia)
Yu.T. Ignatieff (Omsk, Russia)
A.I. Ikramov (Tashkent, Uzbekistan)
F. Caseiro Alves (Coimbra, Portugal)
G. Krestin (Rotterdam, Netherlands)

R.I. Rakhimzhanova (Astana, Kazakhstan)
R. Rienmuller (Graz, Austria)
F.I. Todua (Tbilisi, Georgia)
T.N. Trofimova (St. Petersburg, Russia)
V.Yu. Usov (Tomsk, Russia)
M.H. Khodjibekov (Tashkent, Uzbekistan)
W. Schima (Vienna, Austria)

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 Vizualization” 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.

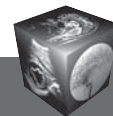
Editing T.I. Lukovskaya
Designer O.A. Rychenkova, A.I. Morosova
Prepress Yu. A. Kushel

“MEDICAL VIZUALIZATION”

© 2017 Vidar Ltd.

All rights reserved

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



Содержание

Голова и шея

- 5 Качественная и количественная оценка проводящих путей с помощью диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии у детей с церебральным инсультом
Туляганова Н.М.

Брюшная полость и забрюшинное пространство

- 13 Опыт применения контрастной сонографии в дифференциальной диагностике опухолевых образований печени
Агаева З.А., Авхадов Т.С., Горбов Л.В., Каранадзе Е.Н.
- 20 Контрастная МРТ с эффектом переноса намагниченности в дифференциальной диагностике гемангиом и метастатических очагов печени
Санников М.Ю., Бородин О.Ю., Ермакова А.А., Колотушкина А.А.
- 29 Ошибка в дифференциальной диагностике кистозного образования поджелудочной железы при применении ультразвукового контраста (клиническое наблюдение)
Аскерова Н.Н., Аскерова А.Н., Степанова Ю.А., Ветшева Н.Н., Глотов А.В.
- 36 Первично-множественный синхронный рак почки и щитовидной железы у больного с удвоением нижней полой и почечных вен с обеих сторон (клиническое наблюдение)
Степанова Ю.А., Теплов А.А., Морозова М.В., Грицкевич А.А., Пьяникин С.С., Чехоева О.А., Карельская Н.А., Глотов А.В.
- 44 Компьютерная томография в оценке глубины опухолевой инвазии рака ободочной кишки
Бекетова О.Г., Силантьева Н.К., Березовская Т.П.

Грудная полость

- 53 Возможности ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -фтортимидином в оценке эффективности химиолучевой терапии у больного немелкоклеточным раком легкого (клиническое наблюдение)
Мещерякова Н.А., Долгушин М.Б., Борисова Т.Н., Давыдов М.М., Лактионов К.К.

- 57 Оценка эффективности тромболитической терапии в лечении больных ишемическим инсультом
Икрамов А.И., Дадамьянц Н.Г.

- 63 Лучевая диагностика спонтанной межреберной легочной грыжи (клиническое наблюдение)
Шейх Ж.В., Араблинский А.В., Борзунова Н.Н., Ульянов С.А.

Малый таз

- 69 Зональная анатомия предстательной железы: всегда ли нам нужна центральная зона?
Громов А.И., Капустин В.В., Прохоров А.В.
- 75 Применение магнитно-резонансной томографии у больных хроническим парапроктитом (предварительные результаты)
Шельгин Ю.А., Елигулашвили Р.Р., Зароднюк И.В., Костарев И.В., Черножукова М.О.

Поверхностные органы

- 85 Диагностика рака молочной железы после аугментационной маммопластики (клиническое наблюдение)
Васильев А.Ю., Павлова Т.В., Касаткина Л.И., Мануйлова О.О., Ротин Д.Л.
- 90 Сравнительный анализ диагностической ценности систем компьютерного анализа маммограмм I и II поколений
Пасынков Д.В., Егосин И.А., Колчев А.А., Ключкин И.В., Бусыгина О.В.

Контрастные средства

- 103 Факторы риска и патофизиология контраст-индуцированной нефропатии после мультиспиральной компьютерной томографии с контрастным усилением
Кармазановский Г.Г., Ревивили А.Ш.

Медицинские технологии

- 116 Постобработка цифровых рентгенограмм в практике рентгенолога
Камышанская И.Г.

Информация

- 129 Борис Иванович Долгушин
К 65-летию со дня рождения



Contents

Head and neck

- 5 **Qualitative and Quantitative Evaluation of Pathways by Diffusion Tensor Imaging in Children with Cerebral Stroke**
Tulyaganova N.M.

Abdomen and retroperitoneal

- 13 **The Practice of Using Contrast Sonography for the Differential Diagnosis of Liver Neoplasms**
Agaeva Z.A., Avhadov T.S.,
Gorbov L.V., Karanadze E.N.
- 20 **Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Imaging with Magnetic Transfer Effect in Differential Diagnosis of Hemangiomas and Metastases of Liver**
Sannikov M.Yu., Borodin O.Yu.,
Ermakova A.A., Kolotushkina A.A.
- 29 **The Error of Differential Diagnosis of Pancreatic Cystic Lesion Using CEUS (Case Report)**
Askerova N.N., Askerova A.N.,
Stepanova Yu.A., Vetsheva N.N., Glotov A.V.
- 36 **Multiple Primary Synchronous Renal Cancer and Thyroid Gland Cancer at Patient with Doubling Inferior Vena Cava and Renal Veins on Both Sides (Clinical Case)**
Stepanova Yu.A., Teplov A.A., Morozova M.V.,
Gritskevich A.A., Pyanikin S.S., Chekhoeva O.A.,
Karelskaya N.A., Glotov A.V.
- 44 **CT in the Assessment of the Depth of Tumor Invasion of Colon Cancer**
Beketova O.G., Silanteva N.K., Berezovskaya T.P.

Thorax

- 53 **Efficacy of ¹⁸F-FDG and ¹⁸F-FLT PET/CT for Assessment of Chemoradiotherapy in Patient with Non-Small Cell Lung Cancer (Clinical Observation)**
Meshcheryakova N.A., Dolgushin M.B.,
Borisova T.N., Davydov M.M., Laktionov K.K.
- 57 **Efficacy of Thrombolytic Therapy in Treatment of Patients with Ischemic Stroke**
Ikramov A.I., Dadamyants N.G.

- 63 **Radiological Diagnosis of Spontaneous Intercostal Pulmonary Hernia (Clinical Observation)**
Sheikh Zh.V., Arablinsky A.V.,
Borzunova N.N., Ulyanov S.A.

Small pelvis

- 69 **Prostate Zonal Anatomy: do we Always Need Central Zone?**
Gromov A.I., Kapustin V.V., Prokhorov A.V.
- 75 **The Use of Magnetic Resonance Imaging in Patients with Chronic Paraproctitis (Preliminary Results)**
Shelygin Y.A., Eligulashvili R.R., Zarodnyuk I.V.,
Kostarev I.V., Chernozhukova M.O.

Superficial organs

- 85 **The Diagnosis of Breast Cancer after Augmentation Mammoplasty (Case Report)**
Vasilev A.Yu., Pavlova T.V., Kasatkina L.I.,
Manuylova O.O., Rotin D.L.
- 90 **Diagnostic Value of 1st and 2nd Generation Computer Aided Detection Systems for Mammography: a Comparative Assessment**
Pasynkov D.V., Egoshin I.A., Kolchev A.A.,
Kliouchkin I.V., Busygina O.V.

Contrast media

- 103 **Risk Factors and Pathophysiology of Contrast-Induced Nephropathy after Contrast Enhanced Multidetector Computed Tomography**
Karmazanovsky G.G., Revishvili A.Sh.

Medical technology

- 116 **Post-Processing of Digital Radiographs in the Practice of Radiologist**
Kamyshanskaya I.G.

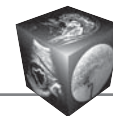
Information

- 129 **Boris Ivanovich Dolgushin To 65th Anniversary**

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.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-5-12

Качественная и количественная оценка проводящих путей с помощью диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии у детей с церебральным инсультом

Туляганова Н.М.*

Ташкентский институт усовершенствования врачей, Ташкент, Узбекистан

Qualitative and Quantitative Evaluation of Pathways by Diffusion Tensor Imaging in Children with Cerebral Stroke

Tulyaganova N.M.*

Tashkent Institute of Postgraduate Medical Education, Tashkent, Uzbekistan

Цель исследования: анализ количественных и качественных изменений при МР-трактографии в диагностике структурных повреждений головного мозга у детей с инсультом.

Материал и методы. Обследовано 55 детей с острым нарушением мозгового кровообращения в различных периодах в возрасте от рождения до 6 лет (средний возраст $5,99 \pm 1,67$ мес; $Me = 2,0$ мес). Всем пациентам проводили МР+трактографическое исследование с измерением фракциональной анизотропии (ФА) и измеряемого коэффициента диффузии (ИКД).

Результаты. При проведении оценки ФА в пораженной и здоровой стороне головного мозга выявлено статистически значимое ($p < 0,001$) снижение показателей ФА и повышение ИКД по ходу кортикоспинальных трактов на всех уровнях его прохождения. В зоне кистозной дегенерации значения ФА были значительно низкими ($0,05 \pm 0,02$), чем в зоне глиоза ($0,15 \pm 0,03$). ИКД в зоне кистозной дегенерации находился в пределах $2,91 \pm 0,44 \cdot 10^{-3}$ мм²/с, а в зоне глиоза – $1,49 \pm 0,27 \cdot 10^{-3}$ мм²/с. При сравнении значений ИКД в зави-

симости от моторного дефицита были выявлены статистически значимые различия между пациентами с монопарезом, гемипарезом и тетрапарезом ($p < 0,029$).

Заключение. Диффузионно-тензорная магнитно-резонансная томография позволяет не только оценивать имеющиеся количественные и качественные изменения проводящих путей головного мозга в различных периодах инсульта у детей, но и прогнозировать нарастание моторного дефицита (при этом наиболее чувствительным является показатель ФА, достоверно коррелирующий с функциональными исходами ($p < 0,05$) у детей с инсультами).

Ключевые слова: дети, инсульт, магнитно-резонансная томография, трактография.

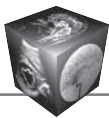
Ссылка для цитирования: Туляганова Н.М. Качественная и количественная оценка проводящих путей с помощью диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии у детей с церебральным инсультом. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 5–12. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-5-12.

Для корреспонденции*: Туляганова Нодирахон Маликовна – 10007, Узбекистан, Ташкент, ул. Паркентская, 51. Тел.: +99890-347-58-67 (моб.). E-mail: dr.nodirahon@mail.ru

Туляганова Нодирахон Маликовна – ассистент кафедры неврологии детского возраста Ташкентского института усовершенствования врачей, Ташкент.

Contact*: Nodirahon M. Tulyaganova – 10007, Republic of Uzbekistan, Tashkent, 51, Parkentskaya str. Phone: +99890-347-58-67 (mob.). E-mail: dr.nodirahon@mail.ru

Nodirahon M. Tulyaganova – assistant of the Pediatric Neurology Department of Tashkent Institute of Postgraduate Medical Education, Tashkent.



Objective: to analysis of quantitative and qualitative changes in MR tractography in the diagnosis of structural brain damage in children with stroke.

Materials and methods. We examined 55 children with stroke in different periods between the ages of birth to 6 years (mean age 5.99 ± 1.67 months; Me = 2.0 months.). All patients underwent DTI evaluation by measuring the fractional anisotropy (FA) and apparent diffusion coefficient (ACD).

Results. During the assessment of the FA in the affected and healthy side of the brain we have revealed a statistically significant ($p < 0.001$) decrease of indicators of FA and increase of MCD along the corticospinal tracts and at all levels of its passage. In the area of cystic degeneration the value of FA was significantly lower (0.05 ± 0.02) than in the area of gliosis (0.15 ± 0.03). In the area of cystic degeneration ACD was within $2.91 \pm 0.44 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, and in the area of gliosis – $1.49 \pm 0.27 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. Comparison of ACD values depending on the motor deficits showed statistically significant differences between patients with monoparesis, hemiparesis and tetraparesis ($p < 0.029$).

Conclusion. Diffusion-tensor magnetic resonance imaging possible for not only to evaluate the available quantitative and qualitative changes brain pathways in different periods of stroke in children, but also it can predict the growth of motor deficits (in this case fractional anisotropy more sensitive indicator which significantly correlated with functional outcome ($p < 0.05$) in children with stroke).

Key words: children, stroke, magnetic resonance imaging, tractography.

Recommended citation: Tulyaganova N.M. Qualitative and Quantitative Evaluation of Pathways by Diffusion Tensor Imaging in Children with Cerebral Stroke. *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 5–12.

DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-5-12.

Введение

Острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) являются одной из малоизученных проблем детской неврологии, актуальность которой определяется высокой степенью инвалидизации и смертности. По данным зарубежных авторов, инсульт у детей встречается в среднем от 2 до 8 случаев на 100 000 детей в возрасте до 14 лет, и в большинстве случаев в основе заболевания лежат болезни сердца, протромботические нарушения, серповидно-клеточная анемия и сосудистые аномалии развития. До настоящего времени конкретные диагностические и лечебные мероприятия инсульта у детей находятся в этапе разработки многомасштабных исследований [1–3].

В диагностике инсультов наряду с клинко-неврологическими данными применяют лучевые методы исследования, которым в распознавании инсультов отводится ведущая роль. Они являются самыми информативными, позволяющими поставить диагноз и выбрать адекватную тактику ведения больного.

Диффузионно-тензорная магнитно-резонансная томография (ДТ-МРТ) головного мозга – диагностический метод, позволяющий визуализировать ориентацию и целостность проводящих путей головного мозга *in vivo* [4–6]. Внедрение ДТ-МРТ открыло новые возможности в количественной и качественной оценке повреждений проводящих путей головного мозга, получении их трехмерных изображений как в норме, так и при различной патологии мозга. Метод ДТ-МРТ оценивает диффузионные характеристики исследуемой среды, а также направленность диффузии воды (анизотропии) и, таким образом, дает информацию о степени интегрированности трактов белого вещества. Диффузионная анизотропия неоднородна в разных областях белого вещества и отражает различие в миелинизации волокон, диаметре и их направленности. Патологические процессы, изменяющие микроструктуру белого вещества, такие как дезорганизация и разобщение волокон или их разрыв, сочетающиеся с повреждением миелина, ретракцией нейронов, увеличением или уменьшением внеклеточного пространства, оказывают существенное влияние на показатели диффузии и анизотропии [5, 7].

Появление новой методики на основе магнитного резонанса – диффузионной тензорной визуализации – подтолкнуло отечественных и зарубежных исследователей к активному изучению ее возможностей в оценке микроструктурных свойств белого вещества головного мозга. Однако опыт применения диффузионной тензорной визуализации в диагностике инсульта у детей в отечественной литературе отсутствует. Вместе с тем авторы сходятся во мнении, что эта методика способна дополнить объем и качество получаемой диагностической информации [6, 8].

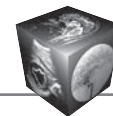
В отечественной литературе отсутствуют сведения по изучению изменений показателей фракционной анизотропии (ФА) и измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) различных структур головного мозга при инсульте у детей в патологии и в норме, которые можно определять, проводя диффузионную тензорную визуализацию.

Цель исследования

Анализ количественных и качественных изменений при МР-трактографии в диагностике структурных повреждений головного мозга у детей с инсультом.

Материал и методы

Обследовано 55 детей с ОНМК в различных периодах, обратившихся в Городскую клиническую детскую больницу №1 (ГКДБ) г. Ташкента (Узбе-



кистан). Возрастной интервал пациентов в момент инсульта варьировал в пределах от рождения до 6 лет (средний возраст $5,99 \pm 1,67$ мес; Me = 2,0 мес). Количество детей от рождения до 1 мес составило 38,1% (28 детей), от 1 мес до 1 года – 52,7% (29 детей), старше 1 года – 9,1% (5 детей).

Верификацию диагноза проводили на основании данных анамнеза, неврологического осмотра, МРТ+трактографии головного мозга. МР+трактографические исследования проводили на томографе GE Signa Execute II с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл (General Electric Healthcare, Milwaukee, США). Обработка данных проводилась на автоматической станции Dell Precision Workstation 690 с программным обеспечением для построения трактографии. При обработке данных ДТ-МРТ производили количественную и качественную оценку изменения диффузии ФА и ИКД. Показатели ФА измерялись в пораженном полушарии большого мозга и в аналогичной зоне в противоположном (условно здоровом) полушарии, что расценивали как норму. При отсутствии визуализации тракта на цветовой карте или неполной (частичной) его визуализации при МР-трактографии и значительно сниженной ФА состояние расценивалось как разрушение тракта.

Критерии включения в исследование: дети обоего пола в возрасте от рождения до 6 лет с установленным диагнозом инсульта различного типа, находящиеся на стационарном лечении, а также поступившие в амбулаторном порядке, пациенты/опекуны, давшие письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Критериями исключения из исследования явились: возраст больных старше 6 лет; структурные повреждения головного мозга (не сосудистого генеза), отсутствие информированного письменного согласия пациента/опекуна на участие в клиническом исследовании; соматически ослабленные пациенты на момент исследования.

Статистический анализ проводили с использованием программы SPSS 19 (IBM, США). Описательная статистика непрерывных количественных данных представлена в виде среднего значения (M) и стандартной ошибки среднего значения (m) при нормальном распределении, а также в виде медианы (Me) при отклонении от нормального. Для сравнения 2 независимых непараметрических выборок использовали критерий Манна-Уитни, для множественного сравнения – Краскелла-Уоллиса. Для сравнения 2 зависимых непараметрических выборок использовали критерий Уилкоксона. Значение вероятности менее 0,05 демонстрировало статистическую достоверность.

Результаты и их обсуждение

Общая выборка пациентов была разделена на 3 группы в зависимости от вида ОНМК, которые статистически различались между собой ($p < 0,001$). В 1-ю группу были включены дети (23 (41,8%)) с геморрагическим инсультом (ГИ); 2-ю группу составили дети (27 (49,1%)) с ишемическим инсультом (ИИ); 3-ю группу – (дети (5 (9,1%)) со смешанным инсультом (СИ).

Оценка гендерных соотношений в общей группе из 55 больных, перенесших ОНМК, показала, что мальчиков было больше – 33 (60%), чем девочек – 22 (40%), что совпадало с данными зарубежных исследований [9–11].

Анализ распределения пациентов по периоду инсульта показал: в остром/остром периоде находились 3 (5,5%) пациента, в раннем восстановительном периоде – 10 (18,2%), в позднем восстановительном периоде – 19 (34,5%) и в периоде остаточных явлений – 23 (41,8%) пациента.

У всех больных (100%) отмечали двигательные нарушения различного характера: в виде монопареза – 2 (3,6%), гемипареза – 46 (83,6%), тетрапареза – 7 (12,7%). Так, правосторонний дефицит обнаружен у 23 (41,8%) пациентов, левосторонний – у 25 (45,5%), двусторонний дефицит – у 7 (12,7%).

При проведении МРТ головного мозга в стандартных режимах были выявлены структурные изменения у всех 55 пациентов. В научных исследованиях по изучению инсультов достаточно много внимания уделяется сторонности ОНМК и его влияния на различные функции центральной нервной системы. Левосторонняя локализация инсульта в проведенном исследовании была отмечена у 24 (43,6%) больных, правосторонняя – у 17 (30,9%), двусторонняя – у 14 (25,5%). Очаги поражения локализовались: лобная доля – 4 (7,3%), теменная доля – 1 (1,8%), височная доля – 4 (7,3%), лобно-теменная область – 3 (5,5%), лобно-височная – 11 (20,0%), затылочно-теменная – 1 (1,8%), теменно-височно-затылочная – 9 (16,4%), височно-лобно-теменная – 19 (34,5%), перивентрикулярная область – 2 (3,6%), ствол мозга – 1 (1,8%). Необходимо отметить, что у большинства наших больных (37 детей – 67,3%) преобладали очаги кистозной дегенерации головного мозга, также выявляли участки глиоза у 10 (18,2%) пациентов, энцефаломалию – у 10 (18,2%), лейкомалию – у 4 (7,3%), арахноидальную кисту – у 5 (9,1%) пациентов.

Были получены количественные показатели с помощью ДТ-МРТ (ФА и ИКД) в исследуемой группе детей.

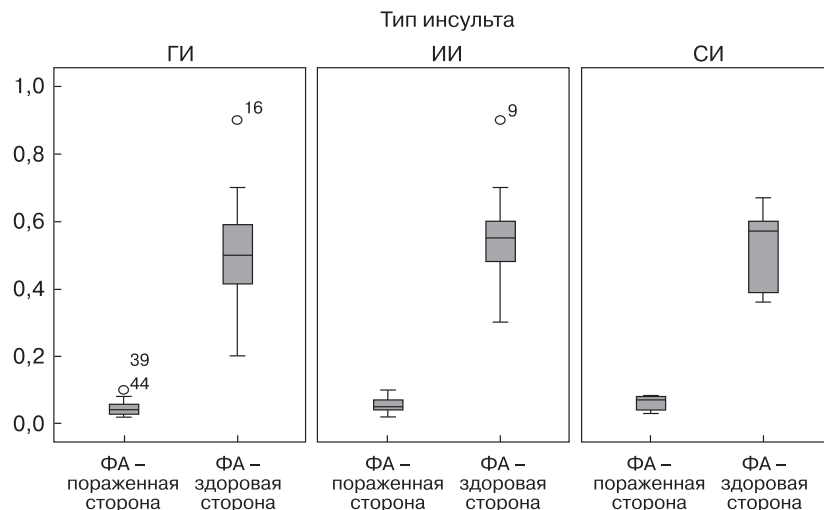
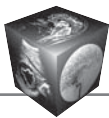


Рис. 1. Показатели ФА в пораженной и здоровой стороне у детей в зависимости от типа инсульта.

Основными критериями при моделировании трактов являлись: коэффициент ФА – 0,1, длина волокон – 40–70 мм. Показатели ФА измеряли в пораженном полушарии большого мозга и в аналогичной зоне в противоположном (условно здоровом) полушарии, что расценивали как норму. При проведении оценки ФА в пораженной и здоровой стороне головного мозга у детей с различными типами инсульта выявлено статистически значимое ($p < 0,001$) снижение показателей ФА и повышение индекса коэффициента диффузии по ходу кортикоспинальных трактов на всех уровнях его прохождения (рис. 1).

ФА отражает анизотропию (“неодинаковость” свойств среды по различным направлениям внутри этой среды в противоположность изотропии) процесса диффузии, характеризует степень на-

правленности структур и их целостность, принимает значения от 0 (изотропная диффузия) до 1 (полностью анизотропная диффузия) и может быть представлена в виде двумерной карты в серой шкале, интенсивность МР-сигнала на которой соответствует значениям ФА от 0 (черный) до 1 (белый). В белом веществе анизотропия высока, что связано с высокой диффузией молекул вдоль направления волокон и низкой в направлении, перпендикулярном их ходу. В сером веществе и цереброспинальной жидкости анизотропия стремится к нулю, так как диффузия молекул одинакова во всех направлениях [12–14].

По данным МР-трактографии и диффузно-тензорном изображении (ДТИ) разрушение, перерыв проводящих трактов выявлены в 51 (92,7%) случае, преимущественно у пациентов с ИИ – 25 (45,4%), у детей с ГИ – 22 (40%), у 1 пациента со смешанным типом инсульта (1,8%). Разрушение трактов было обусловлено сочетанием кистозной дегенерации и глиозом. У этих пациентов данные ДТИ показывали снижение ФА в области тракта без смещения проводящих волокон белого вещества.

Показатели диффузии по данным ДТИ в области поражения при низкодифференцированных очагах имели значительную вариабельность, однако показатель ФА в зоне кистозной дегенерации и глиоза был ниже, чем в контралатеральном полушарии. При анализе уровня ФА и ИКД в пораженном и в здоровом участке головного мозга были выявлены существенные изменения (рис. 2). Так, в зоне поражения в 48 (84,8%) случаях отмечали снижение показателей ФА и ИКД. В зоне кистозной дегенерации значения ФА были значительно низкими ($0,05 \pm 0,02$), чем в зоне глиоза ($0,15 \pm 0,03$). ИКД в зоне кистозной дегенерации

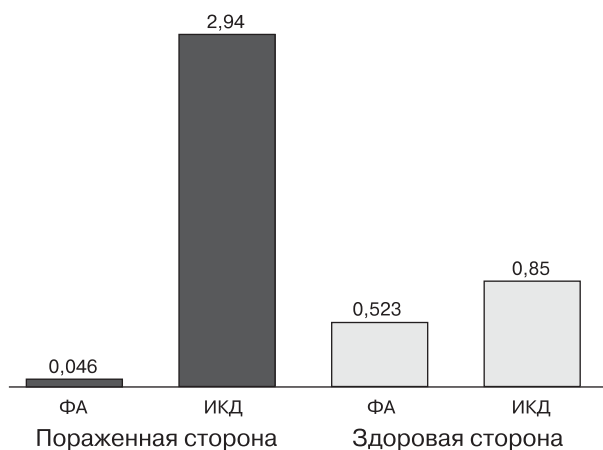


Рис. 2. Уровень ФА и ИКД в пораженном и в здоровом участке головного мозга.

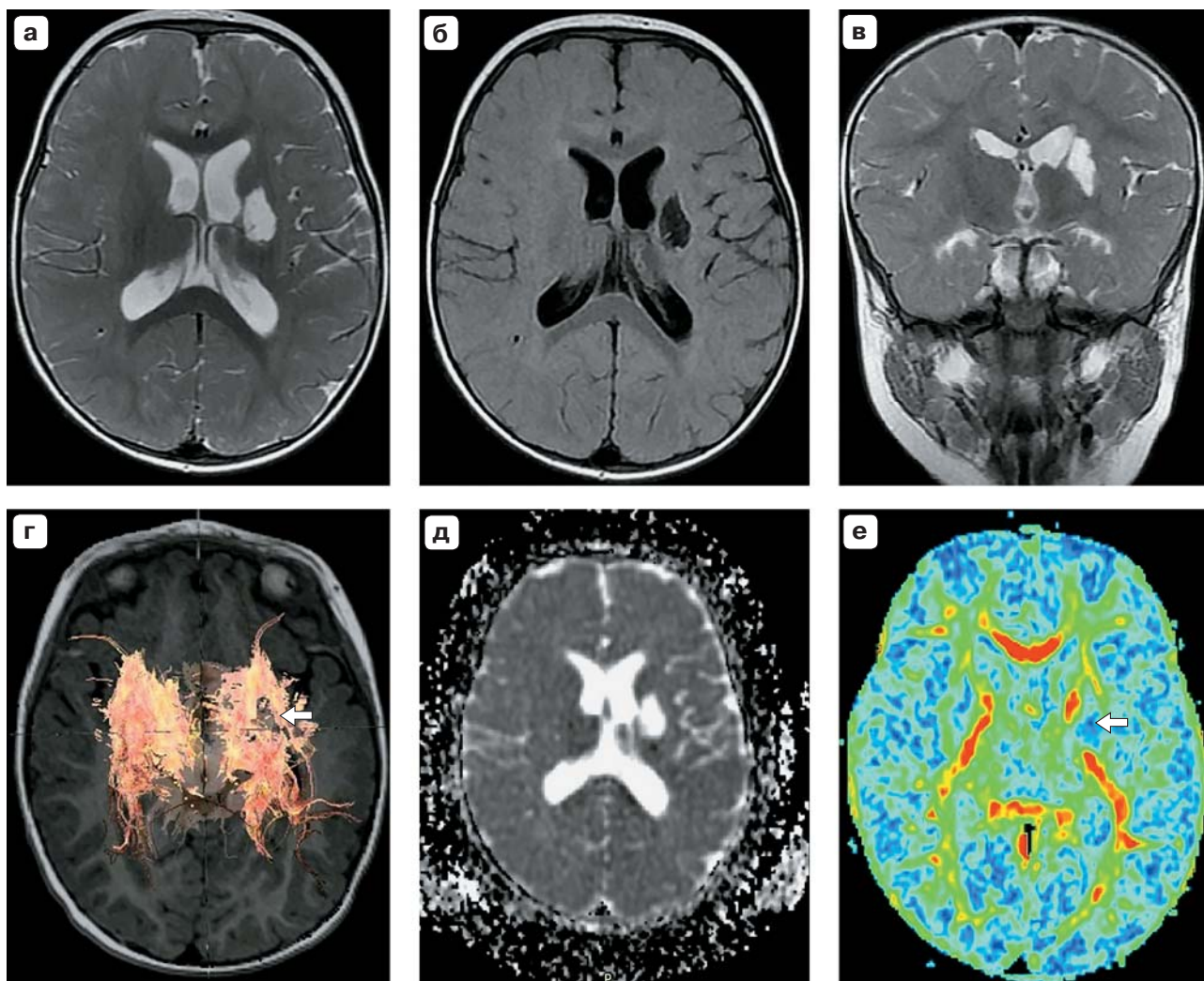
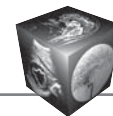


Рис. 3. Пациент 3., 1 год 3 мес. Последствие ОНМК по ишемическому типу, МРТ-признаки участка кистозной дегенерации лобно-височной области левого полушария головного мозга (последствия ишемии). МР-изображения. а – T2 FSE-axial режим; б – T2 FLAIR режим; в – T2 FSE- коронарный режим; г – режим DTI-axial 3D-трактографическая карта (стрелкой указан участок нарушенной структуры проводящих путей); д – ADC-axial режим; е – FA-axial карта (стрелкой указан участок сниженного показателя фракционной анизотропии).

находился в пределах $2,91 \pm 0,44 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$, а в зоне глиоза – $1,49 \pm 0,27 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$.

В качестве примера приводим МРТ + трактографическое изображение и заключение детей с ИИ и ГИ в восстановительном периоде.

Клиническое наблюдение 1

Пациент 3., 1 год 3 мес, состоит на учете у невролога с диагнозом: последствия ОНМК по ишемическому типу с правосторонним гемипарезом. Ребенок перенес инсульт в 9 мес жизни. Причина инсульта не установлена. При поступлении в стационар со слов родителей жалобы на ограничение движений в правых конечностях.

Анамнез. В 9-месячном возрасте, когда появилось беспокойство необъяснимого характера, правая рука стала висеть, как “плеть”. После прогрессирования нев-

рологической симптоматики обратились в Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи (РНЦЭМП), где рекомендовали сделать МСКТ, после констатации ИИ ребенок был направлен в ГКДБ №1.

При оценке неврологического статуса больной был в сознании, лицо асимметричное за счет центрального пареза VII пары черепно-мозговых нервов. Гемипарез по спастическому типу с преимущественным поражением правой руки.

При МРТ+ДТИ-трактографии головного мозга пациента в лобно-височной области (проекция тела хвостатого ядра, скорлупы и передней ножки, и колена внутренней капсулы, частично ограда и наружной капсулы) левого полушария определяется неправильной формы кистозный участок (рис. 3, а), деформирующий прилежащие отделы мозга. Участки с неровными контурами,

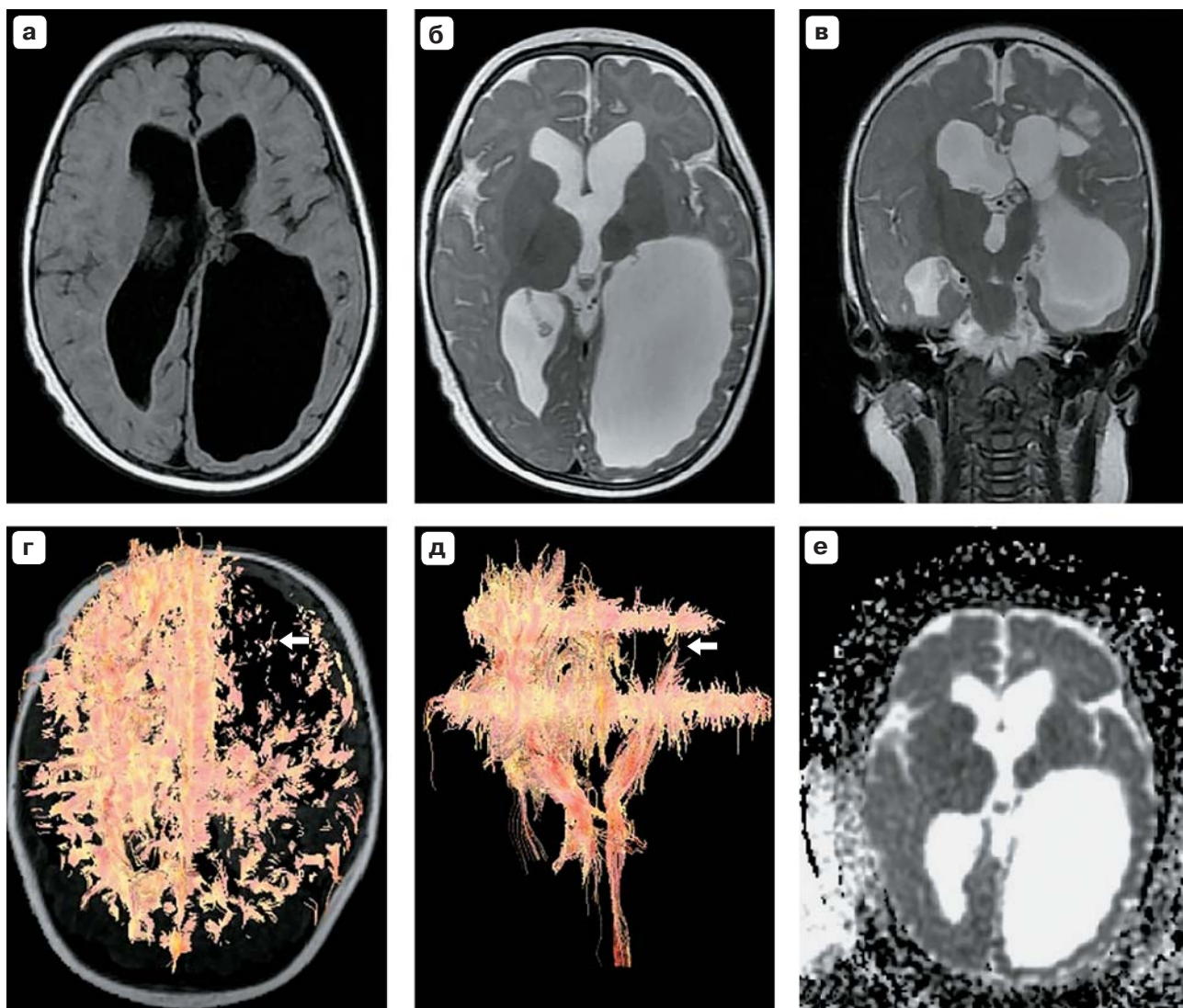
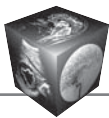
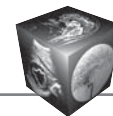


Рис. 4. Пациент С., 7 мес. Последствие ОНМК по геморрагическому типу. МРТ-признаки протяженных участков кистозной дегенерации левого полушария мозга с вторичной левосторонней вентрикуломегалией. МР-изображения. а – T2 FSE-axial режим; б – T2 FLAIR режим; в – T2 FSE- коронарный режим; г – режим DTI-axial 3D-трактографическая карта (стрелкой указан участок нарушенной структуры проводящих путей); д – режим DTI-coronar 3D-трактографическая карта (стрелкой указан участок нарушенной структуры проводящих путей); е – ADC-axial режим.

зоной глиоза по периферии, ликворными сигнальными характеристиками, размерами (переднезадний × поперечный × вертикальный) 22 × 14 × 23 мм (рис. 3, б, в). На 3D-трактографической карте отмечается повреждение и уменьшение объема волокон верхнего продольного пучка, волокон передней таламической лучистости, кортико-понтинного тракта и частично фронтооксипитального пучка (рис. 3, г). При ADC-картировании в зоне глиоза наблюдается инверсия МР-сигнала в виде появления участков повышения интенсивности (рис. 3, д). Также определяются умеренная деформация и уменьшение степени анизотропии на уровне переднего бедра внутренней капсулы слева, области ствола мозолистого тела (рис. 3, е).

Для решения вопросов прогнозирования, определения степени тяжести структурных изменений головного мозга было проведено данное исследование, в результате которого было определено поражение левого полушария с наличием изменений, свойственных постинсультным. Повреждение волокон передней таламической лучистости, кортико-понтинного тракта и частично фронтооксипитального пучка и является основополагающим в формировании достаточно грубого двигательного дефекта. Выявление данных изменений способствовало определению дальнейшего прогноза, составлению рекомендаций для родителей с включением листка планирования реабилитационных мероприятий.



Клиническое наблюдение 2

Ребенок С., 7 мес, состоит на учете у невролога с диагнозом: последствия фетального инсульта, задержка этапов психомоторного развития. Родители предъявляют жалобы на ограничение движения в конечностях справа и задержку психомоторного развития.

Анамнез. Ребенок от 3-й беременности. Беременность протекала на фоне токсикоза, ОРВИ (I триместр беременности), анемии (100 г/л), повышения артериального давления, нефропатии. Роды в 36–37 нед, физиологические, с однократным обвитием пуповиной, закричал после манипуляций. Масса тела при рождении 3100 г. Сосал вяло. Особенности послеродового периода: затянувшаяся желтуха. В 2-месячном возрасте в рамках планового осмотра родители обратились к невропатологу, по рекомендации которого было выполнено МРТ-исследование, после чего обратились в ГКДБ №1.

В неврологическом статусе на момент осмотра: ребенок в сознании, объем груди 41 см, голову не удерживает. Со стороны черепно-мозговых нервов – ни стагм, сужение глазной щели справа, повышение мышечного тонуса по спастическому типу больше справа, сухожильная гиперрефлексия больше справа и на той же стороне патологические знаки. В конечном итоге стоит отметить выраженный правосторонний гемипарез по спастическому типу с задержкой этапов развития.

Пациенту была проведена *МРТ+ДТИ-трактография* головного мозга в периоде раннего восстановления ГИ с целью визуализации уровня повреждения проводящих путей для дальнейшей тактики лечения и реабилитации.

На серии томограмм в перивентрикулярных зонах левого полушария мозга определяются неправильной формы протяженные кистозные участки, деформирующие прилежащие отделы мозга и выраженно подтягивающие латеральные отделы левого бокового желудочка (рис. 4, а). Участки с неровными контурами, зоной глиоза по периферии, единичными участками отложения гемосидерина по контурам, ликворными сигнальными характеристиками (рис. 4, б). При коронарном сечении также отмечается кистозный участок неправильной формы, с признаками вторичной левосторонней вентрикуломегалии (рис. 4, в). На 3D-трактографической карте определяются: деформация и повреждение волокон верхнего и нижнего продольных, верхнего и нижнего фронтоокипитальных, крючковидного пучков, верхней и задней таламической лучистости, кортико-понтинного тракта, задняя часть лучистого венца, мозолистого тела, опоясывающей извилины, а также субкортикальных U-волокон (рис. 4, г, д). На ADC-карте в зоне кистозной дегенерации степень диффузии молекул распределяется неравномерно из-за незавершенной миелинизации (рис. 4, е).

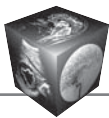
По данным нейровизуализации, с учетом клинической картины, можно получить подтвержде-

ние левополушарного процесса с выраженным правосторонним центральным гемипарезом. Неправильной формы протяженные кистозные участки, деформирующие прилежащие отделы мозга и выраженно подтягивающие латеральные отделы левого бокового желудочка, являются отложением резидуальной стадии, но в силу выраженных структурных изменений могут формировать предпосылки для возникновения вторичных изменений. Неравномерный уровень ФА (степень миелинизации) белого вещества, свидетельствуя о незавершенной миелинизации, может давать шанс на динамику в случае правильно подобранной тактики лечения и реабилитации.

Одним из главных преимуществ ДТ-МРТ является ее относительная постоянность: при выполнении данной методики оцениваются основные направления диффузии молекул воды в зависимости от расположения волокон в пространстве; таким образом, возможно получить не только величину диффузии в данной точке, но и ориентацию волокон в трехмерном пространстве [15, 16].

В работах различных исследователей было показано, что степень повреждения главного двигательного проводящего пути имеет прогностическую ценность в отношении функционального исхода у пациентов в остром периоде ИИ. Определяемое с помощью этого метода изменение ипсилатерального кортико-спинального тракта является более точным прогностическим инструментом для оценки функционального исхода инсульта, чем исходное состояние или объем инфаркта у пациентов со средними и малыми инфарктами [13, 17].

Данные МР-трактографии позволили провести оценку состояния проводящих волокон в зоне поражения основных проекционных трактов, локализующихся вблизи границ очага повреждения. Помимо этого, позволили верифицировать истинный характер повреждений, в частности ишемию от геморрагии или ишемию от воспаления. Полученные результаты совпадают с данными других исследователей [4, 6, 14, 15]. Данные МР-трактографии способствовали выбору оптимального реабилитационного и медикаментозного метода лечения на этапе планирования дальнейшей тактики ведения детей с ПОНМК. На сегодняшний день область применения трактографии постоянно расширяется. Исследователи и фирмы-производители МР-оборудования предлагают новое и усовершенствованное программное обеспечение для реконструкции трактограмм. Ожидается внедрение в рутинную клиническую практику трактографии, что может быть чрезвычайно полезно в специализированных неврологических клиниках,



изучающих структуру белого вещества головного мозга и влияние на нее различных патологических состояний [5, 7, 13]. Необходимо проведение дальнейших исследований, уточняющих области клинического применения МР-трактографии. Методика реконструкции трактограмм необременительна для неврологов или специалистов по лучевой диагностике.

Заключение

ДТ-МРТ позволяет не только оценивать имеющиеся количественные и качественные изменения проводящих путей головного мозга в различных периодах инсульта у детей, но и прогнозировать нарастание моторного дефицита (при этом наиболее чувствительным является показатель ФА, достоверно коррелирующий с функциональными исходами ($p < 0,05$) у детей с инсультами).

При сравнении показателей ФА и ИКД на уровне ножек мозга и заднего бедра внутренней капсулы у пациентов с ИИ и ГИ на контралатеральной парезу стороне выявлены статистически значимые различия ($p < 0,001$). При сравнении значений ИКД в зависимости от моторного дефицита были выявлены статистически значимые различия между пациентами с монопарезом, гемипарезом и тетрапарезом ($p < 0,029$).

При этом у пациентов с гемипарезом значение ФА заднего бедра внутренней капсулы в стороне поражения было статистически значимо меньше ($p = 0,001$), чем у детей с монопарезом и тетрапарезом.

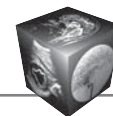
Работа проводилась в рамках Государственного научно-технического прикладного гранта АДСС-15.23.4 "Разработка патогенетических методов диагностики инсультов у детей раннего возраста и оптимизация принципов терапии".

Список литературы / References

1. Filho E.M., Carvalho W.B. De. Stroke in children. *J. de Pediatria*. 2009; 85: 469–479. DOI:10.2223/JPED.1944.
2. Jordan L.C., Hillis A.E. Hemorrhagic Stroke in Children. *Pediatric Neurol*. 2007; 36: 73–80. DOI: 10.1016/j.pediatrneurol.2006.09.017.
3. Rivkin M.J., Bernard T.J., Dowling M.M., Amlic-Lefond C. Guidelines for Urgent Management of Stroke in Children. *Pediatric Neurol*. 2016; 56: 8–17. DOI: 10.1016/j.pediatrneurol.2016.01.016.
4. Dudink J., Counsell S.J., Lequin M.H., Govaert P.P. DTI reveals network injury in perinatal stroke. *Arch. Dis. in Childhood – Fetal and Neonatal Edition*. 2012; 97: F362–364.
5. Assaf Y., Pasternak O. Diffusion Tensor Imaging (DTI)-based White Matter Mapping in Brain Research: A Review. *J. Molec. Neurosci*. 2008; 34: 51–61. DOI: 10.1007/s12031-007-0029-0.
6. Mukherjee P. Diffusion tensor imaging and fiber tractography in acute stroke. *Neuroimag. Clin N. Am*. 2005; 15: 655–665. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.nic.2005.08.010.
7. Song J., Nair V.A., Young B.M., Walton L.M., Nigogosyan Z., Remsik A., Tyler M.E., Farrar-Edwards D., Caldera K.E., Sattin J.A., Williams J.C., Prabhakaran V. DTI measures track and predict motor function outcomes in stroke rehabilitation utilizing BCI technology. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2015; 9: 195. DOI: 10.3389/fnhum.2015.00195.
8. Jang S.H. A review of diffusion tensor imaging studies on motor recovery mechanisms in stroke patients. *NeuroRehabilitation*. 2011; 28: 345–352. DOI: 10.3233/NRE-2011-0662.
9. Fullerton H.J., Wu Y.W., Zhao S., Johnston S.C. Risk of stroke in children: ethnic and gender disparities. *Neurology*. 2003; 61: 189–194.
10. Vannucci S.J., Hurn P.D. Gender Differences in Pediatric Stroke: Is Elevated Testosterone a Risk Factor for Boys? *Ann. Neurol*. 2009; 66: 713–714. DOI: 10.1002/ana.21925.
11. Golomb M.R., Fullerton H.J., Nowak-Gottl U., Deveber G. Male predominance in childhood ischemic stroke: Findings from the international pediatric stroke study. *Stroke*. 2009; 40: 52–57. DOI: 10.1161/STROKEAHA.108.521203.
12. Heller S.L., Heier L.A., Watts R., Schwartz T.H., Zelenko N., Doyle W., Devinsky O. Evidence of cerebral reorganization following perinatal stroke demonstrated with fMRI and DTI tractography. *Clinical Imaging*. 2005; 29: 283–287. DOI: 10.1016/j.clinimag.2004.09.003.
13. Jang S.H. Prediction of motor outcome for hemiparetic stroke patients using diffusion tensor imaging: A review. *NeuroRehabilitation*. 2010; 27: 367–372. DOI: 10.3233/NRE-2010-0621.
14. Пирадов М.А., Танашян М.М., Кротенкова М.В., Брюхов В.В., Кремнева Е.И., Коновалов Р.Н. Передовые технологии нейровизуализации. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2015; 9: 11–19. Piradov M.A., Tanashyan M.M., Krotchenkova M.V., Bryukhov V.V., Kremneva E.I., Kononov R.N. Advanced neuroimaging technology. *Annaly klinicheskoy i eksperimentalnoy nevrologii*. 2015; 9: 11–19. (In Russian)
15. Ma H.T., Ye C., Wu J., Yang P., Chen X., Yang Z., Ma J. A preliminary study of DTI Fingerprinting on stroke analysis. Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. *Ann. Conference*. 2014; 2014: 2380–2383.
16. Seghier M.L., Lazeyras F., Zimine S., Maier S.E., Hanquinet S., Delavelle J., Volpe J.J. Combination of event-related fMRI and diffusion tensor imaging in an infant with perinatal stroke. *NeuroImage*. 2004; 21: 463–472. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2003.09.015.
17. Cárdenas J.F., Rho J.M., Kirtan A. Pediatric stroke. Child's nervous system: *ChNS: official journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*. 2011; 27: 1375–1390.

Поступила в редакцию 29.11.2016.
Принята к печати 18.01.2017.

Received on 29.11.2016.
Accepted for publication on 18.01.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-13-19

Опыт применения контрастной сонографии в дифференциальной диагностике опухолевых образований печени

Агаева З.А.^{1*}, Авхадов Т.С.², Горбов Л.В.¹, Каранадзе Е.Н.³

¹ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Россия

² ГБУ «Республиканский онкодиспансер» Минздрава Чеченской республики, Грозный, Россия

³ ГБУЗ «Краевая клиническая больница №2» ДЗ Краснодарского края, Краснодар, Россия

The Practice of Using Contrast Sonography for the Differential Diagnosis of Liver Neoplasms

Agueva Z.A.^{1*}, Avhadov T.S.², Gorbov L.V.¹, Karanadze E.N.³

¹ Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

² National OncologyCenter, Grozny, Russia

³ Regional clinical hospital №2, Krasnodar, Russia

Цель исследования: совершенствование дифференциальной диагностики доброкачественных опухолей печени и метастазов колоректального рака печени при ультразвуковом исследовании (УЗИ) с применением контрастной сонографии.

Материал и методы. Обследовано 92 пациента с опухолями печени (44 (47,8%) женщины и 48 (52,1%) мужчин) в возрасте от 41 года до 83 лет, в среднем $62,8 \pm 2,64$ года. УЗИ проводили в 3 этапа: I этап – УЗИ печени в В-режиме; II этап – УЗИ в В-режиме в сочетании с режимом цветового и энергетического картирования (ЦДК/ЭДК); III этап – контрастная сонография печени с контрастным препаратом SonoVue (Bracco Imaging SpA, Милан, Италия). По итогам обследования пациенты были по показаниям оперированы с морфологической верификацией диагноза либо образования были верифицированы по данным пункционной биопсии печени. В соответствии с морфологической верификацией образования для анализа были ретроспективно разделены на 2 основные группы: 1-я группа (n = 35 (38,0%)) – пациенты с доброкачественными образованиями печени: кавернозные гемангиомы печени – 17, гепатоцеллюлярные аденомы – 3, фокальная нодулярная гиперплазия печени – 5; 2-я группа (n = 57 (62,0%)) – пациенты с метастазами колоректального рака печени.

Результаты. При УЗИ в В-режиме в сочетании с ЦДК/ЭДК у пациентов 1-й группы (n = 35) с доброкачественными опухолями печени билобарное поражение имело место в 2 случаях, выявляли преимущественное поражение правой доли – в 28 (80,0%), одиночные

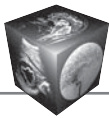
(33 (94,3%)) образования печени размерами от 2,5–4,5 см до конгломератов от 8–17 см в диаметре.

Во 2-й группе (n = 57) у пациентов с метастазами колоректального рака печени при УЗИ в В-режиме в сочетании с ЦДК/ЭДК преобладало билобарное метастатическое поражение (91,2%) с преимущественным поражением правой доли (84,21%), множественные метастазы (89,5%), размеры опухолевых узлов превышали 5 см в диаметре у 33 (57,8%) пациентов.

По результатам проведенной контрастной сонографии у пациентов 1-й группы (n = 35) с доброкачественными опухолями печени определялась задержка контраста в образовании в артериальную, портальную и позднюю фазы контрастирования. У пациентов 2-й группы (n = 57) с метастазами колоректального рака в печени в конце артериальной фазы наблюдали «вымывание» контрастного вещества на 16-й секунде – у 36 (63,1%) пациентов, на 23-й секунде – у 17 (29,8%) и на 26-й секунде – у 4 (7,0%) пациентов. В портальной и поздней фазах контрастирования у всех пациентов 2-й группы (100%) в месте локализации метастазов визуализировались анэхогенные округлые образования.

Заключение. 1. Комплексное 3-этапное УЗИ (В-режим, ЦДК/ЭДК и контрастная сонография) опухолей печени позволяет получить более полную информацию и дифференцировать доброкачественные и метастатические поражения печени.

2. При проведении контрастной сонографии доброкачественные опухоли печени «задерживают» контрастное вещество в артериальной, портальной и поздней



фазах контрастирования, а при метастазах в печени контрастное вещество “вымывается” уже в артериальной фазе контрастирования.

Ключевые слова: контрастная сонография, кавернозная гемангиома печени, гепатоцеллюлярная аденома, фокальная нодулярная гиперплазия печени, метастазы колоректального рака в печени.

Ссылка для цитирования: Агаева З.А., Авхадов Т.С., Горбов Л.В., Каранадзе Е.Н. Опыт применения контрастной сонографии в дифференциальной диагностике опухолевых образований печени. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 13–19.
DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-13-19.

Purpose: to improve the differential diagnosis of benign liver tumors and the liver metastasis of colorectal cancer with the ultrasound using contrast sonography.

Materials and methods. There were evaluated 92 patients with liver neoplasms (44 (47.8%) women and 48 (52.2%) men) age 41 to 83, with a mean age of 62.8 ± 2.64 . Ultrasound exam was carried out in three stages: I stage – liver ultrasound in B-mode, II stage – ultrasound in B-mode with addition of color Doppler imaging and power Doppler scanning, III stage – contrast liver sonography employing the contrast agent SonoVue (Bracco Imaging SpA, Milan, Italy). According to the results of the examination the patients were either surgically treated if there were indications, or the nature of the neoplasm was verified via the needle biopsy. Thus the patients formed two groups: I group (n = 35 (38.0%) – patients with benign liver neoplasms: cavernous hemangiomas – 17, hepatocellular adenomas – 3, focal nodular hyperplasia of the liver – 5; II group (n = 57 (62.0%) – patients with metastasis of colorectal cancer.

Results. With the use of the ultrasound in B-mode with addition of color Doppler imaging and power Doppler scanning in patients from group I (n = 35) with benign tumors of the liver – bilobar involvement in 2 cases, right lobe involvement in 28 cases, left lobe involvement in 5 cases. There were found both solitary (in 33 cases) and multiple (in 2 cases) neoplasms ranging from 2.5–4.5 cm to conglomerates of 8–17 cm in diameter.

In group II (n = 57), in patients with colorectal cancer metastasis who had an ultrasound examination in B-mode with addition of color Doppler imaging and power Doppler scanning, bilobar metastatic (91.2%) involvement of the liver prevailed over the monolobar, notably right lobe (84.21%) involvement was more frequent. Multiple metastasis were encountered more often (89.5%) than solitary.

At the moment of metastatic liver disease discovery the size of the tumor nodules was over 5 cm in diameter in 33 (57.8%) patients.

According to the results of contrast sonography in patients of group I (n = 35) with benign tumors of the liver, there was detected a prolonged enhancement of the neoplasm in the arterial, portal and delayed phases of enhancement. In patients of group II (n = 57) with metastasis of colorectal cancer to the liver, in the end of arterial phase there was noted a “washing out” of the contrast agent by 16th second – in 36 (63.1%) of the patients, by 23rd second – in 17 (29.8%) and by the 26th second – in 4 (7.0%) of the patients. In portal and delayed phase of the enhancement all of the group II patients (100%) at the site of the metastasis there were located anechogenic round foci.

Conclusions. 1. Complex 3-stage ultrasound examination (B-mode, color Doppler imaging and power Doppler scanning, contrast sonography) of the liver neoplasms allows to get a more detailed information and differentiate benign and metastatic disease of the liver;

2. During contrast sonography the benign liver tumors “keep” the contrast agent during the arterial, portal and delayed enhancement phases, but with metastasis in liver the contrast agent gets “washed out” already in the arterial phase of enhancement.

Key words: contrast sonography, liver hemangioma, hepatocellular adenoma of the liver, focal nodular hyperplasia, metastases of colorectal cancer.

Recommended citation: Agaeva Z.A., Avhadov T.S., Gorbov L.V., Karanadze E.N. The Practice of Using Contrast Sonography for the Differential Diagnosis of Liver Neoplasms. *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 13–19.
DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-13-19.

Введение

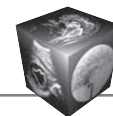
Несмотря на определенный прогресс в выявлении опухолевых поражений в паренхиме печени, дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных образований в печени остается одной из сложнейших проблем современной лучевой диагностики [1]. Опухолевые поражения печени достаточно широко распространены – они диагностируются у 5% обследованных во время популяционных исследований и у почти 25% пациентов специализированных гастроэнтерологических отделений [2]. Способ диагностики

Для корреспонденции*: Агаева Зоя Абуевна –350063 Краснодар, ул. Седина, 4. Кубанский государственный медицинский университет, кафедра лучевой диагностики. Тел.: 8-952-822-56-56. E-mail: Zoya466@mail.ru

Агаева Зоя Абуевна – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Кубанский государственный медицинский университет” МЗ РФ, Краснодар; **Авхадов Тимур Султанович** – врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУ “Республиканский онкодиспансер” МЗ Чеченской республики, Грозный; **Горбов Леонид Валентинович** – канд. мед. наук, доцент кафедры нормальной анатомии ФГБОУ ВО “Кубанский государственный медицинский университет” МЗ РФ, Краснодар; **Каранадзе Елена Николаевна** – канд. мед. наук, заведующая отделением лучевой диагностики ГБУЗ “Краевая клиническая больница №2” ДЗ Краснодарского края, Краснодар.

Contact*: Zoya A. Agaeva –350063, Krasnodar, Sedin str., 4. Kuban State Medical University, Radiology Department. Phone: 8-952-822-56-56. E-mail: Zoya466@mail.ru

Zoya A. Agaeva – doct. of med. sci., professor of the chair of radiology department of Kuban State Medical University, Krasnodar; **Timur S. Avkhadov** – the doctor of the ultrasound department of Republican oncology center, Grozny; **Leonid V. Gorbov** – cand. of med. sci., associate Professor of Normal anatomy department of Kuban State Medical University, Krasnodar; **Elena N. Karanadze** – cand. of med. sci., the head of the radiology department of Regional clinical hospital №2, Krasnodar, Russia.



опухолевых новообразований печени зависит от условий и возможностей лечебного учреждения, а также от клинической оценки состояния пациента. Диагностика и оценка опухолевых изменений в печени, особенно новообразований более 3 см в диаметре, сопряжены с большими трудностями: разнообразием заболеваний, сопровождающихся очаговой патологией печени; возможным сочетанием доброкачественных и злокачественных изменений в образовании, отсутствием патогномичных признаков. Поэтому попытки повысить эффективность дифференциальной диагностики опухолевых поражений печени ультразвуковыми методами исследования представляются важными [3]. До недавнего времени ультразвуковой метод исследования был единственным, в котором не рассматривалось применение контрастных препаратов. Использование эхоконтрастирования открывает новые горизонты в ультразвуковой диагностике, позволяя повысить его эффективность и информативность, предоставляя во многом уникальную диагностическую информацию [4]. За рубежом контрастные препараты в ультразвуковой диагностике успешно используются уже более 10 лет. Их успешно применяют в странах Европы, Азии и Америки [5]. С помощью УЗ-ангиографии можно неинвазивно визуализировать различные сосудистые структуры и получить ранее не доступную для стандартного ультразвукового исследования (УЗИ) в В-режиме информацию. Так, цветовое доплеровское картирование (ЦДК) в 90-е годы прошлого столетия считали уникальной неинвазивной методикой исследования сосудов [6]. Общеизвестно, что в очень мелких сосудах уловить различия в доплеровском сдвиге частот от медленно движущейся крови и движений стенки сосуда и окружающих тканей практически невозможно. Невозможность визуализации мелких и глубоко расположенных сосудов при обычных режимах сканирования стала основным недостатком этого метода. Устранить эту основную помеху помогли эхоконтрастные вещества, обеспечивающие усиление отраженного ультразвукового сигнала от элементов крови [7–10]. По данным мировой клинической практики, контрастная сонография показала свою высокую значимость при исследовании объемных процессов в печени [11]. Сегодня эхоконтрастные препараты активно внедряются в клиническую практику и обеспечивают возможность проведения контрастного усиления по аналогии с методиками контрастного усиления при компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ). Более того, информация, получаемая при эхоконтрастировании, сопоставима с информацией, получаемой при КТ-

и МР-ангиографии, классической рентгеновской ангиографии, и в большинстве случаев ее бывает достаточно для установления правильного диагноза. Вместе с тем контрастная сонография обладает рядом преимуществ, в частности [8, 12, 13]:

- отсутствие лучевой нагрузки;
- отсутствие нефротоксичности (возможность применения вне зависимости от степени снижения функции почек);
- получение информации в режиме реального времени;
- точно показывает пул крови за счет особенности свойств ультразвукового контрастного препарата, которая состоит в том, что в отличие от препаратов, используемых при КТ и МРТ, ультразвуковые контрастные препараты не проникают в межклеточное пространство.

Таким образом, высокая частота встречаемости и разнообразие опухолей печени, недостаточная результативность применяемых ультразвуковых методов диагностики при данной патологии, необходимость повышения эффективности дифференциальной диагностики опухолевых поражений печени обуславливают актуальность разработки новых ультразвуковых методик с контрастированием и оценку их эффективности.

Цель исследования

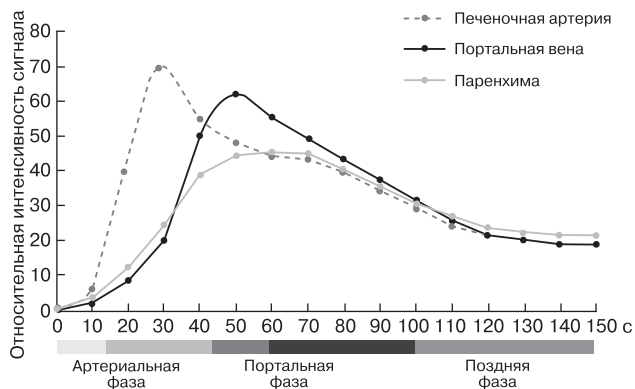
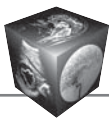
Совершенствование дифференциальной диагностики доброкачественных опухолей печени и метастазов колоректального рака печени при УЗИ с применением контрастной сонографии.

Материал и методы

В Кубанском государственном медицинском университете на базе гастроэнтерологического отделения 2-й краевой больницы, а также в Республиканском онкологическом диспансере г. Грозного в период с 2014 по 2016 г. было обследовано 92 пациента: 44 (47,8%) женщины и 48 (52,1%) мужчин с опухолевыми новообразованиями печени в возрасте от 41 года до 83 лет, в среднем $62,8 \pm 2,64$ года.

По итогам обследования пациенты были по показаниям оперированы с морфологической верификацией диагноза либо образования были верифицированы по данным пункционной биопсии печени. В соответствии с морфологической верификацией образования для анализа были ретроспективно разделены на 2 основные группы:

1-я группа ($n = 35$ (38,0%)) – пациенты с доброкачественными образованиями печени: кавернозные гемангиомы печени – 17, гепатоцеллюлярные аденомы – 3, фокальная нодулярная гиперплазия печени – 5;



Фазы контрастирования печени при контрастной сонографии после внутривенного болюсного введения контрастного препарата SonoVue.

2-я группа ($n = 57$ (62,0%)) – пациенты с метастазами колоректального рака печени.

Обследование пациентов проходило в 3 этапа:

I этап – пациентам проводили стандартное УЗИ печени в В-режиме;

II этап – УЗИ в В-режиме в сочетании с режимом ЦДК/ЭДК;

III этап – выполняли сонографию печени с контрастным препаратом SonoVue (Bracco Imaging SpA, Милан, Италия).

Исследования проводили на УЗ-сканерах экспертного класса Philips Epiq 5G и Aixplorer (Super Sonic Imaging, Франция) с конвексным датчиком частотой 2,5–5 МГц по стандартной методике: натошак, в положении пациента лежа на спине и на левом боку, в проекции правой доли печени по среднеключичной линии, в проекции левой доли печени по средней линии тела с заведением правой руки за голову для расширения межреберных промежутков.

Проведение контрастной сонографии начинали с болюсной инъекции контрастного препарата в периферическую (локтевую) вену предплечья через центральный венозный катетер. Размер венозного катетера 20–22 G. Уже установленный венозный катетер проверяли на проходимость. Для введения контрастного препарата использовали двухстороннюю внутривенную канюлю. Контрастное вещество вводили непосредственно над распределителем в верхнюю часть устройства с физиологическим раствором (10 мл). В качестве контрастного препарата использовалось эхоконтрастное вещество второго поколения SonoVue в дозе от 1 до 2,4 мл, который представляет собой суспензию микропузырьков диаметром 2,5 мкм, наполненных гексафторидом серы и окруженных мембраной из фосфолипидов. Газ характеризуется

низкой растворимостью в воде и при попадании из пузырьков в кровь диффундирует через альвеолярные мембраны и выделяется с воздухом при дыхании [14].

Для исследования с контрастированием использовали специальный режим УЗ-сканера, позволяющий разделять сигнал от контрастного вещества и сигнал от тканей, которые могут отображаться как отдельные изображения, так и накладываться друг на друга.

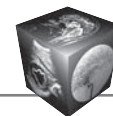
По рекомендации Европейской федерации Обществ по применению ультразвука в медицине и биологии выделяют 3 фазы эхоконтрастного усиления печени: артериальная фаза – 0–40 с с момента введения контрастного вещества в локтевую вену, портальная фаза – 40–120 с и поздняя – 120–360 с (см. рисунок).

После внутривенной инъекции в локтевую вену контрастного препарата пузырьки сначала попадают в правые отделы сердца, после чего проходят через капиллярную сеть легких и проникают в левые отделы сердца, через аорту попадают в большой круг кровообращения и распределяются в кровеносном русле, в результате чего наблюдается контрастирование сосудов [15]. Кровообращение печени на 20–30% обеспечивается печеночной артерией, которая несет кровь из чревного ствола, и на 70–80% – из воротной вены, которая собирает кровь из непарных органов брюшной полости. Поэтому сначала отмечается контрастное усиление печеночной артерии и через несколько секунд воротной вены [16].

Результаты

При УЗИ в В-режиме в сочетании с ЦДК/ЭДК у пациентов 1-й группы ($n = 35$) с доброкачественными опухолями печени билобарное поражение имело место в 2 случаях, поражение правой доли – в 28 (80,0%), левой – в 5 случаях. Определяли как одиночные (в 33 (94,3%) случаях), так и множественные (в 2 случаях) опухолевые образования печени размерами от 2,5–4,5 см до конгломератов от 8–17 см в диаметре.

Во 2-й группе ($n = 57$) у пациентов с метастазами колоректального рака печени при УЗИ в В-режиме в сочетании с ЦДК/ЭДК билобарное метастатическое поражение печени преобладало над монолобарным (у 52 (91,2%) против 5 (8,77%)), при этом поражение правой доли встречалось чаще, чем левой (48 (84,21%) против 9 (15,78%)). Множественные метастазы встречались значительно чаще, чем солитарные (51 (89,5%) против 6 (10,5%)). На момент выявления метастатического поражения печени размеры опухолевых узлов превышали 5 см в диаметре у 33 (57,8%) пациен-



Дифференциально-диагностические признаки опухолей печени при комплексном УЗИ (в В-режиме, режиме ЦДК/ЭДК и контрастной сонографии)

Опухоль печени	Методика УЗИ		
	В-режим	ЦДК/ЭДК	контрастная сонография
Кавернозная гемангиома: диаметром 20–50 мм	Однородная, повышенной эхогенности	Кровоток не определяется	Стремительное центрипетальное контрастирование в виде “глыбок” полное
диаметром более 50 мм	Внутренняя структура неоднородная с наличием участков повышенной и пониженной эхогенности	Кровоток не определяется	Медленное центрипетальное контрастирование в виде “глыбок” неполное
Гепатоцеллюлярная аденома: диаметром 20–45 мм	Гиперэхогенная, гипозоногенная	Гиперваскулярный, гиповаскулярный	Стремительное гомогенное центрипетальное контрастирование в артериальную фазу
диаметром более 50 мм	Смешанная эхогенность	Перинодулярный и интранодулярный кровоток	Медленное гомогенное центрипетальное контрастирование в артериальную фазу
Фокальная нодулярная гиперплазия (классический тип)	Изоэхогенное образование с кальцинатами и центральным рубцом	Паттерн “колеса со спицами”	Центрифугальный паттерн контрастирования по типу “колеса со спицами”
Метастатическое поражение	Новообразования с различной эхоструктурой и неровными нечеткими контурами	Гиперэхогенные метастазы с гипervasкулярным кровотоком, гипозоногенные метастазы с гиповаскулярным кровотоком. В метастатических очагах смешанного характера – усиленный периферический кровоток с внутриопухолевой васкуляризацией	Вымывание контрастного вещества в конце артериальной фазы

тов. Метастатические очаги размерами до 3 см удалось выявить лишь у 24 (42,1%) пациентов.

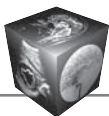
По результатам проведенной контрастной сонографии у пациентов 1-й группы (n = 35) с доброкачественными опухолями печени определялась задержка контраста в образовании в артериальную, портальную и позднюю фазы контрастирования. У пациентов 2-й группы (n = 57) с метастазами колоректального рака в печени в конце артериальной фазы наблюдали “вымывание” контрастного вещества на 16-й секунде – у 36 (63,1%) пациентов, на 23-й секунде – у 17 (29,8%) и на 26-й секунде – у 4 (7,0%) пациентов. В портальной и поздней фазах контрастирования у всех пациентов 2-й группы (100%) в месте локализации метастазов

визуализировались анэхогенные округлые образования (см. таблицу).

Обсуждение

Ссылаясь на рекомендации Европейской федерации Обществ по применению ультразвука в медицине и биологии, точность контрастной сонографии в диагностике опухолей печени составляет: кавернозных гемангиом – 95%, специфичность – 100% [16].

В работах С.Ф. Dietrich и соавт. при контрастной сонографии кавернозных гемангиом и фокальной нодулярной гиперплазии печени получены данные, аналогичные нашим результатам исследования [17]. Характерной особенностью всех типов



фокальной нодулярной гиперплазии печени является сильная гиперперфузия в артериальной фазе с центрифугальным типом контрастирования, нечасты явления слабого вымывания контраста в позднюю (венозную) фазу, что не противоречит нашим наблюдениям. Явления слабого “вымывания” контраста в позднюю фазу в наших исследованиях наблюдались у пациентов старших возрастных групп (старше 65 лет) и, на наш взгляд, происходят вследствие дегенеративных изменений в опухоли.

К. Kinkel и соавт. провели метаанализ результатов исследований метастазов опухолей желудочно-кишечного тракта в печени. В своих работах авторы указывают, что при УЗИ без контрастного усиления можно обнаружить только 55% злокачественных опухолей печени, в то время как для КТ, МРТ и позитронно-эмиссионной томографии этот показатель составил 72, 76 и 90% соответственно. Наиболее важным признаком, характеризующим метастазы в печени при контрастной сонографии, по мнению К. Kinkel и соавт., является “вымывание” контрастного вещества в конце артериальной или в портальной фазе [18]. В наших исследованиях, так же как и у зарубежных коллег, отмечали “вымывание” контраста у пациентов с метастазами печени в артериальной фазе контрастирования: на 16-й секунде – у 63,1%, на 23-й секунде – у 29,8%, на 26-й секунде – у 7%. Для гипер- и изоехогенных метастазов типично было контрастное усиление в начале артериальной фазы, в портальной фазе отмечалось вымывание контраста, а в поздней фазе метастазы принимали анэхогенный характер. Гипоехогенные метастазы накапливали контрастное вещество в течение короткого промежутка времени (5–10 с) артериальной фазы по периферии очага, контрастное усиление метастазов длилось несколько секунд до начала вымывания.

Таким образом, сравнительный анализ результатов контрастной эхографии доброкачественных опухолей печени и метастазов колоректального рака в нашем исследовании во многом совпадает с данными зарубежных коллег [3, 9, 10]. Выявленные особенности кровоснабжения опухолевых узлов в различные фазы контрастирования при контрастной эхографии способствовали их правильной дифференциальной диагностике. В наших исследованиях в отличие от зарубежных коллег трудности дифференциальной диагностики были у возрастных пациентов (старше 65 лет) с фокальной нодулярной гиперплазией, у которых отмечали явления слабого “вымывания” контраста в позднюю фазу контрастирования.

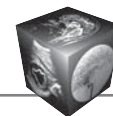
Заключение

В результате анализа данных УЗИ доброкачественных и метастатических поражений печени в В-режиме, ЦДК/ЭДК и контрастной сонографии можно обеспечить высокую достоверность дифференциальной диагностики этих образований. При анализе результатов контрастной сонографии опухолей печени установлено, что доброкачественные опухоли характеризуются устойчивым накоплением контраста в артериальной, портальной и поздней фазах, а для метастазов колоректального рака печени характерно вымывание контраста в артериальной фазе контрастирования.

Таким образом, контрастная сонография с контрастным препаратом SonoVue является перспективным и безвредным методом дифференциальной диагностики доброкачественных опухолей печени и метастазов колоректального рака печени.

Список литературы

1. Агаева З.А. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной в дифференциальной диагностике объемных поражений печени. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2014; 6: 21–28.
2. Степанова, Ю.А., Кармазановский Г.Г. Фокальная нодулярная гиперплазия печени. Причины развития, особенности течения и диагностика у женщин: Материалы I Всероссийской конференции “Проблемы женского здоровья и пути их решения”. Москва, 2007: 45–49.
3. Weskott Н.-Р. Контрастная сонография. Бремен; Лондон; Бостон: UNI-MED VerlagAG, 2014. 16 с.
4. Зубарев А.В. Современная ультразвуковая диагностика: теория и практика. Радиология-Практика. 2008; 5: 4–14.
5. Лукьянченко А.Б., Медведева Б.М. МРТ в диагностике и дифференциальной диагностике очаговых поражений печени. Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН. 2004; 1: 68–72.
6. Marsh J.I., Li D.K. Hepatic hemangioma in the presence of fatty infiltration: an atypical sonographic appearance. *Gastrointest. Radiol.* 1989; 14: 252–264.
7. Morel D.R., Schwieger I., Hohn L., Terretaz J., Llull J.B., Cornioley Y.A., Schneider M. Human pharmacokinetics and safety evaluation of SonoVue, a new contrast agent for ultrasound imaging. *Invest. Radiol.* 2000; 35 (1): 80–85.
8. Leen E., Ceccotti P., Kalogeropoulou C., Angerson W.J., Moug S.J., Horgan P.G. Prospective multicenter trial-evaluating a novel method of characterizing focal liver lesions using contrast-enhanced sonography. *Am. J. Roentgenol.* 2006; 186 (6): 1551–1559. DOI: 10.2214/AJR.05.0138.
9. Wilson S.R., Burns P.N. An algorithm for the diagnosis of focal liver masses using microbubble contrast-enhanced pulse-inversion sonography. *Am. J. Roentgenol.* 2006; 186 (5): 1401–1412. DOI: 10.2214/AJR.04.1920.
10. Wilson S.R., Burns P.N. Microbubble contrast enhanced ultrasound in body imaging: what role? *Radiology.* 2010; 257 (1): 24–39. DOI: 10.1148/radiol.10091210.



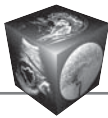
11. Claudon M., Cosgrove D., Albrecht T., Dietrich C.F., Choi B.I. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) – update 2008. *Ultraschall Med.* 2008; 29: 28–44.
12. Bolondi L., Correas J.M., Lencioni R., Weskott H.P., Piscaglia F. New perspectives for the use of contrast-enhanced liver ultrasound in clinical practice. *Dig. Liver Dis.* 2007; 39 (2): 187–195. DOI: 10.1016/j.dld.2006.08.008.
13. Quaia E., Degobbi F., Tona G., Mosconi E., Bertolotto M., Pozzi Mucelli R. Differential patterns of contrast enhancement in different focal liver lesions after injection of the microbubble US contrast agent SonoVue. *Radiol. Med.* 2004; 107 (3): 155–165.
14. Lampaskis M., Averkiou M. Investigation of the relationship of nonlinear backscattered ultrasound intensity with microbubble concentration at low MI. *Ultrasound Med. Biol.* 2010; 36 (2): 306–312. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2009.09.011.
15. Bauditz J., Schade T., Wermke W. Sonographic diagnosis of hilar cholangiocarcinomas by the use of contrast agents. *Ultraschall Med.* 2007; 28 (2): 161–167. DOI: 10.1055/s-2007-962825.
16. Ding H., Wang W.P., Huang B.J., Wei R.X., He N.A., Qi Q., Li C.L. Imaging of focal liver lesions: low-mechanical index real-time ultrasonography with SonoVue. *J. Ultrasound Med.* 2005; 24 (3): 285–297.
17. Dietrich C.F., Schuessler G., Trojan J., Fellbaum C., Ignee A. Differentiation of focal nodular hyperplasia and hepatocellular adenoma by contrast-enhanced ultrasound. *Br. J. Radiol.* 2005; 78 (932): 704–707. DOI: 10.1259/bjr/88181612.
18. Kinkel K., Lu Y., Both M., Warren R.S., Thoeni R.E. Detection of hepatic metastases from cancers of the gastrointestinal tract by using noninvasive imaging methods (US, CT, MR imaging, PET): a meta-analysis. *Radiology.* 2002; 224 (3): 748–750. DOI: 10.1148/radiol.2243011362.
6. Marsh J.I., Li D.K. Hepatic hemangioma in the presence of fatty infiltration: an atypical sonographic appearance. *Gastrointest. Radiol.* 1989; 14: 252–264.
7. Morel D.R., Schwieger I., Hohn L., Terretaz J., Llull J.B., Cornioley Y.A., Schneider M. Human pharmacokinetics and safety evaluation of SonoVue, a new contrast agent for ultrasound imaging. *Invest. Radiol.* 2000; 35 (1): 80–85.
8. Leen E., Ceccotti P., Kalogeropoulou C., Angerson W.J., Moug S.J., Horgan P.G. Prospective multicenter trial-evaluating a novel method of characterizing focal liver lesions using contrast-enhanced sonography. *Am. J. Roentgenol.* 2006; 186 (6): 1551–1559. DOI: 10.2214/AJR.05.0138.
9. Wilson S.R., Burns P.N. An algorithm for the diagnosis of focal liver masses using microbubble contrast-enhanced pulse-inversion sonography. *Am. J. Roentgenol.* 2006; 186 (5): 1401–1412. DOI: 10.2214/AJR.04.1920.
10. Wilson S.R., Burns P.N. Microbubble contrast enhanced ultrasound in body imaging: what role? *Radiology.* 2010; 257 (1): 24–39. DOI: 10.1148/radiol.10091210.
11. Claudon M., Cosgrove D., Albrecht T., Dietrich C.F., Choi B.I. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) – update 2008. *Ultraschall Med.* 2008; 29: 28–44.
12. Bolondi L., Correas J.M., Lencioni R., Weskott H.P., Piscaglia F. New perspectives for the use of contrast-enhanced liver ultrasound in clinical practice. *Dig. Liver Dis.* 2007; 39 (2): 187–195. DOI: 10.1016/j.dld.2006.08.008.
13. Quaia E., Degobbi F., Tona G., Mosconi E., Bertolotto M., Pozzi Mucelli R. Differential patterns of contrast enhancement in different focal liver lesions after injection of the microbubble US contrast agent SonoVue. *Radiol. Med.* 2004; 107 (3): 155–165.
14. Lampaskis M., Averkiou M. Investigation of the relationship of nonlinear backscattered ultrasound intensity with microbubble concentration at low MI. *Ultrasound Med. Biol.* 2010; 36 (2): 306–312. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2009.09.011.
15. Bauditz J., Schade T., Wermke W. Sonographic diagnosis of hilar cholangiocarcinomas by the use of contrast agents. *Ultraschall Med.* 2007; 28 (2): 161–167. DOI: 10.1055/s-2007-962825.
16. Ding H., Wang W.P., Huang B.J., Wei R.X., He N.A., Qi Q., Li C.L. Imaging of focal liver lesions: low-mechanical index real-time ultrasonography with SonoVue. *J. Ultrasound Med.* 2005; 24 (3): 285–297.
17. Dietrich C.F., Schuessler G., Trojan J., Fellbaum C., Ignee A. Differentiation of focal nodular hyperplasia and hepatocellular adenoma by contrast-enhanced ultrasound. *Br. J. Radiol.* 2005; 78 (932): 704–707. DOI: 10.1259/bjr/88181612.
18. Kinkel K., Lu Y., Both M., Warren R.S., Thoeni R.E. Detection of hepatic metastases from cancers of the gastrointestinal tract by using noninvasive imaging methods (US, CT, MR imaging, PET): a meta-analysis. *Radiology.* 2002; 224 (3): 748–750. DOI: 10.1148/radiol.2243011362.

References

1. Agaeva Z.A. Shear wave elastography in the differential diagnosis of liver neoplasms. *Ultrazvukovaya i funktsionalnaya diagnostika.* 2014; 6: 21–28. (In Russian)
2. Stepanova Yu.A., Karmazanovsky G.G. Focal nodular hyperplasia of liver. Causes, course features and diagnosis in women. Materials of the I-st Russian conference “Women’s health issues and the ways of solving them”. Moscow, 2007: 45–49. (In Russian)
3. Weskott H.-P. Contrast sonography. Bremen; London; Boston: UNI-MED Verlag AG, 2014. 16 p. (In Russian)
4. Zubarev A.V. Modern diagnostic ultrasound: theory and practice. *Radiologiya-Praktika.* 2008; 5: 4–14. (In Russian)
5. Lukyanchenko A.B., Medvedeva B.M. MRI in the diagnosis and differential diagnosis of liver neoplasms. *Vestnik RONC of N.N. Blokhin of RAMS.* 2004; 1: 68–72. (In Russian)

Поступила в редакцию 24.11.2016.
Принята к печати 18.01.2017.

Received on 24.11.2016.
Accepted for publication on 18.01.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-20-28

Контрастная МРТ с эффектом переноса намагниченности в дифференциальной диагностике гемангиом и метастатических очагов печени

Санников М.Ю.^{2,3}, Бородин О.Ю.^{1,2,3*}, Ермакова А.А.¹, Колотушкина А.А.²

¹ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Томск, Россия

² ОГАУЗ «Томский областной онкологический диспансер», Томск, Россия

³ Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский научный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Россия

Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Imaging with Magnetic Transfer Effect in Differential Diagnosis of Hemangiomas and Metastases of Liver

Sannikov M.Yu.^{2,3}, Borodin O.Yu.^{1,2,3*}, Ermakova A.A.¹, Kolotushkina A.A.²

¹ Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

² Tomsk Regional Oncology Center, Tomsk, Russia

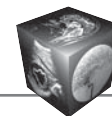
³ Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia

Цель исследования: проанализировать операционные характеристики контрастной магнитно-резонансной томографии (МРТ) печени с использованием эффекта переноса намагниченности в дифференциальной диагностике гемангиом и метастатических очагов в сравнении с динамическим контрастированием.

Материал и методы. Материалом исследования являлись изображения динамической контрастной МРТ 25 пациентов с диагнозом направления очаговое поражение печени. Критерием включения являлось обнаружение типичной МР-семиотики для гемангиом ($n = 10$ (40%)) или множественных метастазов печени ($n = 15$ (60%)). В группе с метастазами критериями исключения являлись первичное обнаружение неясных единичных очаговых образований, а также диагностика других первичных новообразований, в частности холангиоцеллюлярного рака ($n = 1$). Все МРТ-исследования проводили с использованием МР-томографа Toshiba TitanOctave 1,5 Т. Т1-взвешенное статическое контрастное МРТ-исследование печени выполняли через 3–5 мин после серии динамической контрастной МРТ в режимах: T1-FE-FSat и T1-TSE-MTC ($\Delta f = -210$ Гц, $FA = 600^\circ$). В качестве контрастного препарата использовался магневист в дозе 0,1 ммоль/кг. Каждое очаговое поражение печени дифференцировали между гемангиомой и метастазом с расчетом коэффициента контраста (КК) для каждого очага.

Статистический анализ КК проводили с использованием Т-критерия Стьюдента и Т-критерия Уэлча. Показатели чувствительности и специфичности сравнивали при ROC-анализе.

Результаты. При статистическом анализе сравнивали выявленные очаговые образования печени, отнесенные к метастазам или гемангиомам. У всех включенных в исследование пациентов очаговые образования чаще были множественными и сравнительный анализ контрастности в режимах T1-FE-FSat и T1-TSE-MTC, таким образом, проводили на выборке из 21 (20%) гемангиомы и 84 (80%) метастазов. При сравнении КК выявлено значимое ($p < 10^{-4}$) повышение контрастности при использовании T1-TSE-MTC как в случае гемангиом, так и метастазов относительно T1-FE-FSat. При парном сравнении ROC-кривых не выявлено значимых различий при дифференцировании гемангиом и метастазов печени в режимах T1-FE-FSat и T1-TSE-MTC ($p > 0,18$). При парном сравнении КК между гемангиомами в режиме T1-FE-FSat и метастазами на изображениях T1-TSE-MTC значимых различий не выявлено ($p > 0,8$). При использовании обобщенного порогового значения $KK_{общ.} = 35,7\%$ в режимах T1-FE-FSat и T1-TSE-MTC наблюдается аддитивный эффект (чувствительность и специфичность – 98,8 и 85,7% соответственно).



Выводы. 1. Контрастная МРТ с применением эффекта переноса намагниченности позволяет значимо увеличить контрастность очаговых образований печени по типу гемангиом или метастазов.

2. Достигнутый уровень контрастности метастатических очагов печени на изображениях 2DTSE с эффектом переноса намагниченности соответствует таковому для гемангиом в режиме 2DFE.

3. Максимальные параметры чувствительности и специфичности в дифференциальной диагностике гемангиом и метастазов в печени достигаются при использовании 2D-FE-FSat и 2D-TSE-MTC в постконтрастную фазу.

Ключевые слова: перенос намагниченности, магнитно-резонансная томография, печень, гемангиомы, метастазы.

Ссылка для цитирования: Санников М.Ю., Бородин О.Ю., Ермакова А.А., Колотушкина А.А. Контрастная МРТ с эффектом переноса намагниченности в дифференциальной диагностике гемангиом и метастатических очагов печени. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 20–28. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-20-28.

Objective: to investigate the operating characteristics of contrast MRI of the liver using magnetization transfer effect in the differential diagnosis of hemangiomas and metastatic lesions in comparison with dynamic contrast.

Material and methods. The material of the study were dynamic contrast MRI images of 25 patients with diagnosis of direction of focal liver lesion. Inclusion criteria were detection of typical MR-semiotic for hemangioma (n = 10 to 40% of cases) or multiple liver metastases (n = 15 to 60% of cases). In the group with metastases exclusion criteria was the primary detection of obscure single focal lesions, as well as the diagnosis of other primary tumors, in particular cholangiocellular cancer (n = 1). All MRI studies were performed using MRI Toshiba Titan Octave with of 1.5 Tesla magnetic field. T1-weighted static contrast MRI investigation of liver performed after 3–5 minutes after a series of dynamic contrast MRI with modes: T1-FE-FSat and T1-TSE-MTS ($\Delta f = -210$ Hz, FA = 600°). The magnet at a dose of 0.1 mmol/kg was used as a contrast agent. Each focal liver

lesion differentiated between hemangioma and metastasis with the calculation of contrast ratio (CR) for each lesion. Statistical analysis of CR was performed using T-test and T-test Welch. The sensitivity and specificity parameters were compared during the ROC-analysis.

Results. In our statistical analysis groups formed not from patients, because we were compared results about focal lesions of a liver referred to metastasis or hemangiomas. All the patients included in a research had focal lesions mostly multiple and in the comparative analysis of contrast ratio in the T1-FE-FSat and T1-TSE-MTC was carried out on 21 (20%) hemangiomas and 84 (80%) metastases. The significant ($p < 10^{-4}$) contrast enhancement using T1-TSE-MTS, as in the case of hemangiomas and in metastatic lesions relative to T1-FE-FSat revealed by comparing the CRs. No significant differences were found in the differentiation of hemangiomas and liver metastases in modes T1-FE-FSat and T1-TSE-MTS when paired comparison of ROC-curves ($p > 0.18$). No significant differences were found when paired comparison of CRs between hemangiomas in T1-FE-FSat mode and metastases in T1-TSE-MTS images ($p > 0.8$). An additive effect (sensitivity and specificity – 98.8% and 85.7%) occurs when we used to CR_{comm}=35.7% in T1-FE-FSat modes and T1-TSE-MTS.

Conclusions. 1. Contrast MRI using magnetization transfer effect allows significantly increase the contrast of focal liver formations on the type of hemangiomas and metastases.

2. The achieved contrast level in 2D TSE images with magnetization transfer effect of liver metastatic foci corresponds to that of hemangiomas in 2D FE mode.

3. Maximum parameters of sensitivity and specificity in the differential diagnosis of hemangiomas and liver metastases obtained by using 2D-FE-FSat and 2D-TSE-MTC in post contrast phase.

Key words: magnetization transfer effect, magnetic resonance imaging, liver, hemangiomas, metastasis.

Recommended citation: Sannikov M.Yu., Borodin O. Yu., Ermakova A.A., Kolotushkina A.A. Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Imaging with Magnetic Transfer Effect in Differential Diagnosis of Hemangiomas and Metastases of Liver. *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 20–28. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-20-28.

Для корреспонденции*: Бородин Олег Юрьевич – 634063, Россия, Томск, ул. И. Черных, 96, стр.16. Отделение лучевой диагностики Томского областного онкологического диспансера. Тел.: 8(3822)90-95-20. E-mail: oyborodin@yandex.ru

Санников Максим Юрьевич – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики Томского областного онкологического диспансера, аспирант отделения РИТМД Научно-исследовательского института кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск; **Бородин Олег Юрьевич** – канд. мед. наук, заведующий отделением лучевой диагностики Томского областного онкологического диспансера, старший научный сотрудник отделения РИТМД Научно-исследовательского института кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук; ассистент кафедры биофизики и функциональной диагностики СибГМУ, Томск; **Ермакова Анастасия Александровна** – интерн кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии СибГМУ, Томск; **Колотушкина Анна Андреевна** – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики Томского областного онкологического диспансера, Томск.

Contact*: Oleg Yu. Borodin –634063, Russia, Tomsk, I. Chernih str., bld. 96, corp. 16. Tomsk regional oncology center. Phone: +7-3822-90-95-20. E-mail: oyborodin@yandex.ru

Maksim Yu. Sannikov – radiologist of radiology department of Tomsk Regional Oncology Center, research student of radiology department of Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tomsk; **Oleg Yu. Borodin** – cand. of med. sci., head of radiology department of Tomsk Regional Oncology Center; Senior Fellow of radiology department of Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences; assistant professor of biophysics and functional diagnostics department of Siberian State Medical University, Tomsk; **Anastasiya A. Ermakova** – intern of the department of radiation diagnosis and radiation therapy of Siberian State Medical University, Tomsk; **Anna A. Kolotushkina** – radiologist of radiology department of Tomsk Regional Oncology Center, Tomsk.



Введение

Магнитно-резонансная томография (МРТ) с использованием контрастных агентов позволяет хорошо визуализировать различные образования в печени, в том числе метастатического характера с диагностической точностью 98% в случае гепатоспецифического динамического контрастирования [1]. Наиболее часто встречающимися доброкачественными новообразованиями паренхимы печени являются гемангиомы [2–4]. В то же время в онкологической практике существует проблема дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных очаговых образований в печени, например гемангиом и метастазов в печени, связанная со схожим характером накопления контрастного препарата при выполнении статической МРТ [5]. В некоторых случаях отличить гипervasкулярные метастазы от гемангиом не представляется возможным, даже при динамическом контрастном усилении [6]. В целом динамическое контрастное усиление значительно повышает чувствительность и специфичность методики в выявлении очагов вторичного поражения паренхимы печени в сравнении со статической картиной [5], но неминуемо влечет существенное увеличение длительности исследования и его стоимости. Поэтому задача совершенствования методики проведения статической контрастированной МРТ печени с целью повышения ее чувствительности и специфичности без использования динамического контрастирования и дорогостоящих гепатотропных парамагнетиков является актуальной.

Одним из вариантов повышения точности статической контрастной МРТ является применение эффекта переноса намагниченности, который позволяет увеличивать контрастность изображений очагов печени за счет преднасыщения связанных протонов макромолекул в ткани печени при частоте смещения $\Delta f = -210$ Гц и $FA = 600^\circ$, что вызывает снижение интенсивности T1-взвешенного изображения нормальной ткани печени, а следовательно, увеличение контрастности и максимальной интенсивности контрастирования метастатических очагов [7].

Цель исследования

Проанализировать операционные характеристики контрастной МРТ печени с использованием эффекта переноса намагниченности в дифференциальной диагностике гемангиом и метастатических очагов в сравнении с динамическим контрастированием.

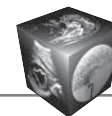
Материал и методы

Материалом исследования являлись изображения всего исследования при динамической контрастной МРТ 25 пациентов с диагнозом направления очаговое поражение печени. Критерием включения являлось обнаружение типичной МР-семиотики для гемангиом ($n = 10$ (40%)) или множественных метастазов печени ($n = 15$ (60%)), направленных в Томский областной онкологический диспансер в 2015–2016 гг. (табл. 1). В группе с метастазами критериями исключения являлись первичное обнаружение неясных единичных очаговых образований, а также диагностика других первичных новообразований – холангиоцеллюлярного рака ($n = 1$). Все МРТ-исследования проводили с использованием высокопольного МР-томографа Toshiba Titan Octave с напряженностью магнитного поля 1,5 Т и амплитудой градиентной системы 30 мТ/м со скоростью изменения напряженности магнитного поля 50 мТ/м/мс. T1-взвешенное статическое контрастное МРТ-исследование печени выполняли через 3–5 мин после серии динамической контрастной МРТ толщиной срезов по 6 мм в трансверсальной плоскости на задержке дыхания со следующими параметрами: 1) T1-FE-FSat: $TR = 143$ мс, $TE = 4$ мс, $DFOV = 45,2 \times 42$ см, $MX = 256 \times 192$; 2) T1-TSE-MTC: импульс МТС ($\Delta f = -210$ Гц, $FA = 600^\circ$), $TR = 800$ мс, $TE = 10$ мс, $DFOV = 39,8 \times 34,7$ см, $MX = 256 \times 256$. В качестве контрастного препарата использовали гадолинийсодержащий парамагнетик на основе Gd-ДТПА (магневист, Bayer-Schering-Farma, Германия) в дозе 0,1 ммоль/кг, который вводили с использованием автоматического шприца-инъектора Ulrich Tennessee (США) со скоростью 1,5 мл/с. Для каждого очагового поражения печени, выявленного на любой импульсной последовательности всего исследования, в режимах сканирования T1-FE-FSat и T1-TSE-MTC рассчитывали коэффициент контраста (КК) по формуле:

$$KK = (I_{\text{очаг}} - I_{\text{печень}}) / I_{\text{печень}} \cdot 100\%,$$

где $I_{\text{очаг}}$ и $I_{\text{печень}}$ – это интенсивность изображения очага и прилегающей паренхимы печени после внутривенного контрастирования на 3–5-й минуте. Для обеспечения этого условия аксиальные T1-взвешенные последовательности выполнялись после корональной последовательно друг за другом.

Исходный массив данных интенсивностей и КК для каждого очага в режимах T1-FE-FSat и T1-TSE-MTC вносился в таблицу для статистического исследования. Классификацию очагов (0 – гемангиома или 1 – метастаз) проводили на основании

**Таблица 1.** Пациенты с гемангиомами и метастазами опухолей

№ пациента	Возраст, годы	Пол	Диагноз	Первичный диагноз	Количество очагов (n)
1	66	Ж	Метастазы в печени	Рак почки. Очаговое поражение печени	2
2	69	М	Метастазы в печени	Рак предстательной железы. Очаговое поражение печени	3
3	81	М	Метастазы в печени	Рак желудка. Очаговое поражение печени	6
4	57	М	Метастазы в печени	Рак поджелудочной железы. Очаговое поражение печени	17
5	58	М	Метастазы в печени	Рак толстой кишки. Очаговое поражение печени	3
6	65	Ж	Метастазы в печени	Рак молочной железы. Очаговое поражение печени	2
7	58	Ж	Метастазы в печени	Рак молочной железы. Очаговое поражение печени	18
8	66	М	Метастазы в печени	Рак прямой кишки. Очаговое поражение печени	6
9	56	М	Метастазы в печени	Рак сигмовидной кишки. Очаговое поражение печени	4
10	82	Ж	Холангиоцеллюлярный рак	Холангиоцеллюлярный рак (?). Очаговое поражение печени	1
11	69	М	Метастазы в печени	Рак привратника. Очаговое поражение печени	3
12	57	Ж	Метастазы в печени	Рак прямой кишки. Очаговое поражение печени	2
13	69	Ж	Метастазы в печени	Метахромный рак. Очаговое поражение печени	11
14	49	Ж	Метастазы в печени	Рак молочной железы. Очаговое поражение печени	2
15	39	Ж	Метастазы в печени	Рак молочной железы. Очаговое поражение печени	5
16	47	Ж	Гемангиомы	Очаговое поражение печени	4
17	61	Ж	Гемангиома	Очаговое поражение печени	1
18	67	Ж	Гемангиома	Очаговое поражение печени	1
19	69	М	Гемангиомы	Очаговое поражение печени	2
20	77	М	Гемангиомы	Очаговое поражение печени	2
21	50	Ж	Гемангиомы	Очаговое поражение печени	2
22	62	М	Гемангиомы	Очаговое поражение печени	2
23	55	Ж	Гемангиома	Очаговое поражение печени	1
24	67	Ж	Гемангиомы	Очаговое поражение печени	4
25	67	Ж	Гемангиома	Очаговое поражение печени	1

результатов оценки динамической контрастной МРТ, а также всех остальных выполненных импульсных последовательностей, морфологической верификации или по данным динамического наблюдения. Сравнительный анализ медиан КК для гемангиом и метастазов при использовании режимов сканирования T1-FE-FSat и T1-TSE-MTC проводился с использованием параметрического Т-критерия Стьюдента для зависимых выборок, а между собой с использованием Т-критерия Уэлча для несвязанных выборок с различной дисперсией. Показатели чувствительности и специфичности при различных пороговых значениях КК рассчитывали с использованием ROC-анализа в программе MedCalc 13.0 (Бельгия).

Результаты

В клиническом исследовании операционных характеристик диагностики очаговых образований печени с использованием T1-взвешенных изображений на основе импульсной последовательности быстрого спинного эха с эффектом переноса намагниченности ($\Delta f = -210$ Гц, $FA = 600^\circ$) выявлено

105 очагов в паренхиме печени. При статистическом анализе сравнивали выявленные очаговые образования печени, отнесенные к метастазам или гемангиомам. У всех включенных в исследование пациентов очаговые образования чаще были множественными и сравнительный анализ контрастности в режимах T1-FE-FSat и T1-TSE-MTC, таким образом, проводили на выборке из 21 (20%) гемангиомы и 84 (80%) метастазов. Семiotические особенности контрастирования гемангиом печени при сканировании в режимах T1-FE-FSat и T1-TSE-MTC характеризовались наличием высокоинтенсивного контрастного усиления с получением следующих медиан и квартилей: $KK_{T1-FE-FSat} = 43,1\%$ (33,4; 50,0) и $KK_{T1-TSE-MTC} = 81,4\%$ (65,3; 90,0) в виде “глыбок” по периферии (рис. 1) или по типу тотального накопления парамагнетика всем очагом (рис. 2). В случае метастатического характера очага (рис. 3) наблюдали средне- или низкоинтенсивное неоднородное накопление парамагнетика в области очага, с нечеткими и неровными контурами, а также, в ряде случаев, отрицательное контрастирование за счет усиления интенсивности

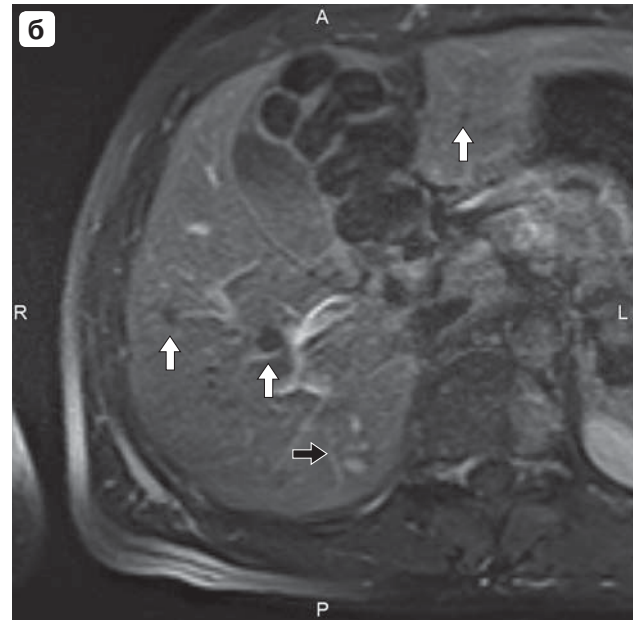
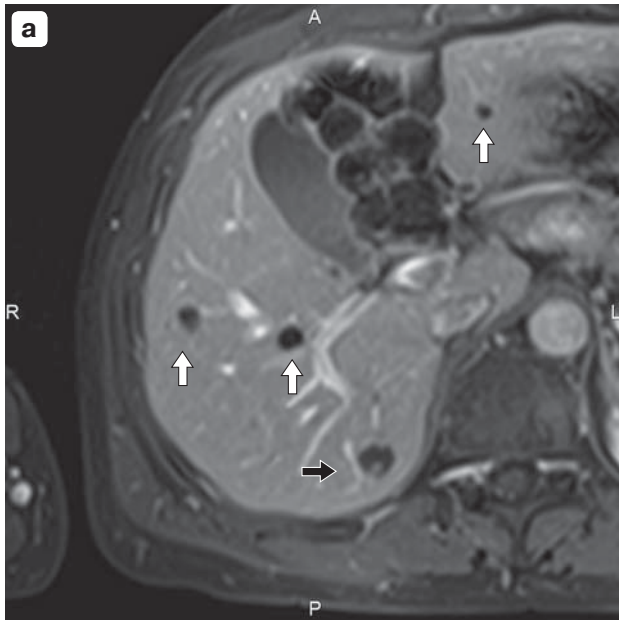
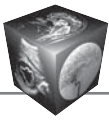


Рис. 1. МР-изображения гемангиомы $S_{VII/VI}$ печени. а – изображение T1-FE-FatSat; б – изображение T1-TSE-MTC. В $S_{VII/VI}$ печени определяется образование с периферическим глыбообразным (черная стрелка) накоплением контрастного препарата. Также на выделенном срезе определяются кисты (белые стрелки) без признаков накопления контрастного препарата.

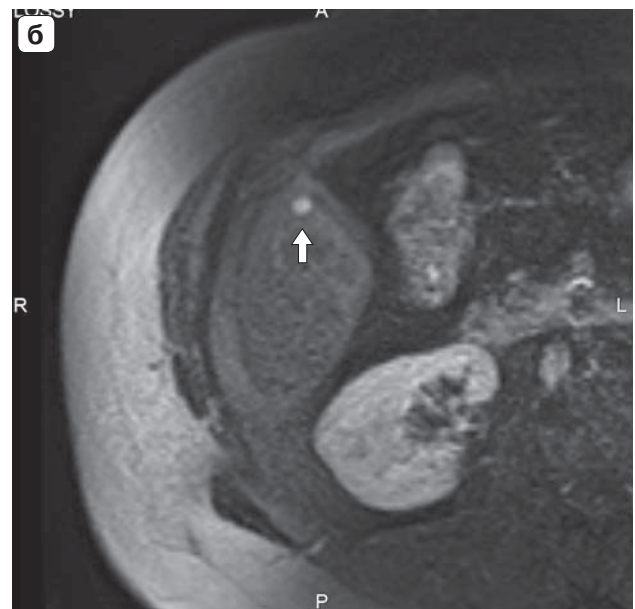
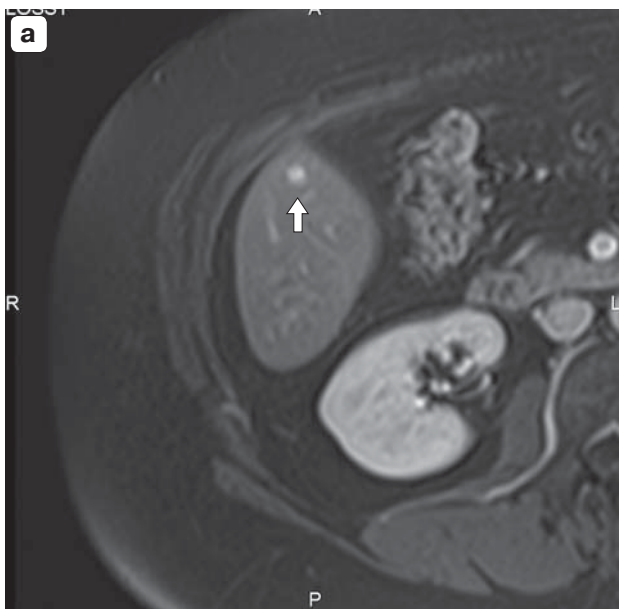


Рис. 2. МР-изображения гемангиомы S_V печени (стрелки). а – изображение T1-FE-FSat; б – изображение T1-TSE-MTC. В S_V печени определяется образование с гомогенным накоплением контрастного препарата.

изображения паренхимы печени вокруг очага: $KK_{T1-FE-FSat} = 10,4\%$ (8,1; 15,7) и $KK_{T1-TSE-MTC} = 43,7\%$ (37,3; 51,1). При сравнении коэффициентов контрастности для связанных выборок выявлено значимое ($p < 10^{-4}$) повышение контрастности при использовании T1-TSE-MTC как в случае гемангиом, так и при визуализации метастазов относи-

тельно T1-FE-FSat (табл. 2). При парном сравнении КК между гемангиомами в режиме T1-FE-FSat и метастазами на изображениях T1-TSE-MTC значимых различий не выявлено ($p > 0,8$), что свидетельствует о возможности достижения уровня контрастного усиления метастазов в режиме с переносом намагниченности идентично таковому

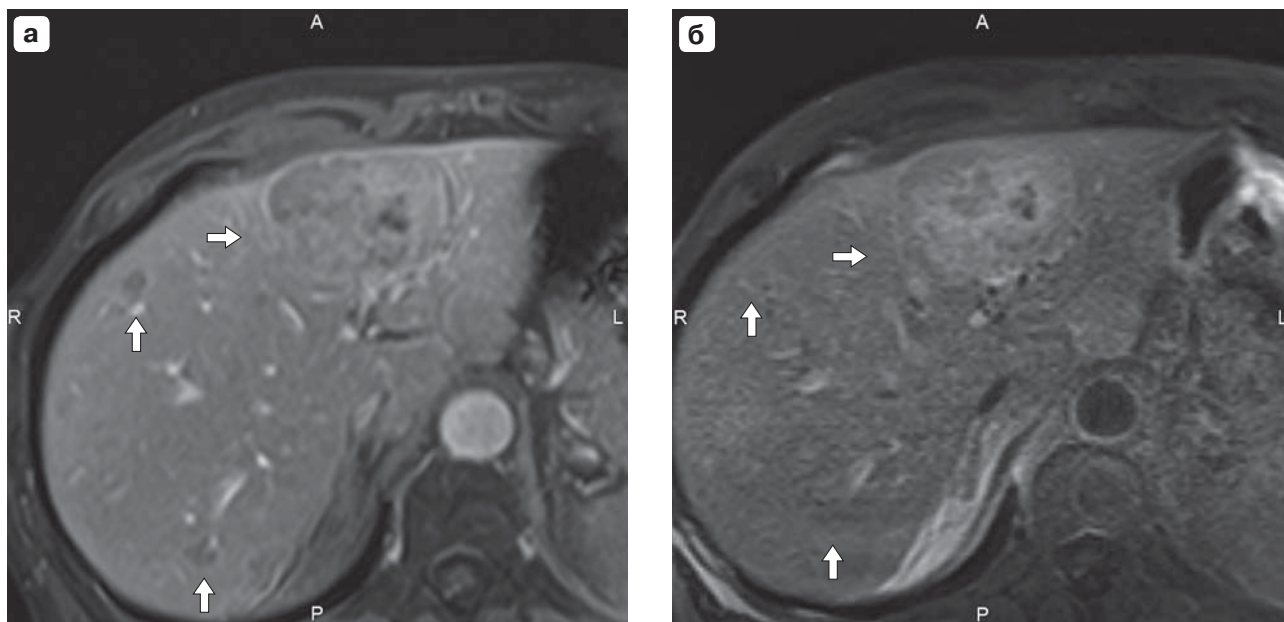


Рис. 3. МР-изображения множественных метастазов рака сигмовидной кишки, пациент 56 лет. а – изображение T1-FE-FatSat; б – изображение T1-TSE-MTC. В паренхиме печени определяются очаговые образования (стрелки) с неоднородным слабым накоплением контрастного препарата. Повышенная контрастность массивного очага на рис. б обусловлена снижением интенсивности окружающей паренхимы печени, в мелких очагах контрастность снижена.

Таблица 2. Медианы и квартили (Me; Q1:Q3) коэффициентов контраста в T1-взвешенном режиме без переноса намагниченности (T1-FE-FatSat) и с переносом намагниченности (T1-TSE-MTC)

Показатель	n	T1-FE-FatSat	T1-TSE-MTC	p
КК _{гемангиомы} , %	20	43,1% (33,4; 50,0)	81,4% (65,3; 90,0)	$<10^{-4}$
КК _{метастазы} , %	85	10,4% (8,1; 15,7)	43,7% (37,3; 51,1)	$<10^{-4}$

для гемангиом на изображениях T1-FE-FSat. Кроме того, при использовании эффекта переноса намагниченности выявлены значимые различия КК между гемангиомами и метастазами ($p < 10^{-4}$), так же как и на изображениях T1-FE-FSat.

Для сравнения операционных характеристик в дифференциальной диагностике гемангиом и метастазов печени нами использовался ROC-анализ и выявлены следующие пороговые значения КК: $КК_{T1-FE-FSat} = 23,6\%$ с чувствительностью и специфичностью 85,7 и 95,2% соответственно (рис. 4), а также $КК_{T1-TSE-MTC} = 73,0\%$ с чувствительностью 91,7% и специфичностью 66,7% (рис. 5). При парном сравнении ROC-кривых не выявлено значимых различий при дифференцировании гемангиом и метастазов печени в режимах T1-FE-FSat и T1-TSE-MTC ($p > 0,18$), однако ROC-кривая для T1-FE-FSat на графике располагается выше и ближе к левому верхнему углу (рис. 6). При обобщенном анализе контрастности очагов целесообразно использовать в качестве обобщенного порога $КК_{общ.} = 35,7\%$ и соответствующий алгоритм рассуждений: очаги, имеющие достигнутые

КК хотя бы в одном из режимов T1-FE-FSat или T1-TSE-MTC менее $КК_{общ.}$, считать метастатическими (гипотеза H1), если в обоих режимах достигнутый уровень КК более $КК_{общ.}$, то такие очаги считать гемангиомами (гипотеза H0). При использовании данного алгоритма дифференцирования гемангиом и метастазов в печени будет достигнут уровень чувствительности 98,8% и специфичности 85,7% с диагностической точностью 94,3% (рис. 7).

Обсуждение

Современные исследования показывают, что резекция метастазов печени увеличивает продолжительность жизни пациентов в 3,7 раза [8]. Из этого следует, что ранняя диагностика очаговых поражений печени вторичного характера является первостепенной задачей, где важная роль отведена лучевым методам исследования.

При компьютерной томографии гемангиомы выглядят как округлые образования пониженной плотности, с четкими, ровными или волнистыми контурами. Дифференциальная диагностика с другими очаговыми образованиями паренхимы

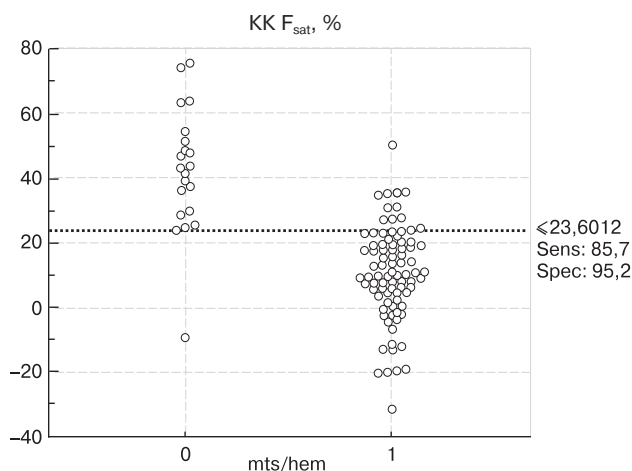


Рис. 4. Диаграмма чувствительности и специфичности для последовательности T1-FE-FatSat (Sens – чувствительность, Спес – специфичность; 0 – гемангиомы, 1 – метастазы).

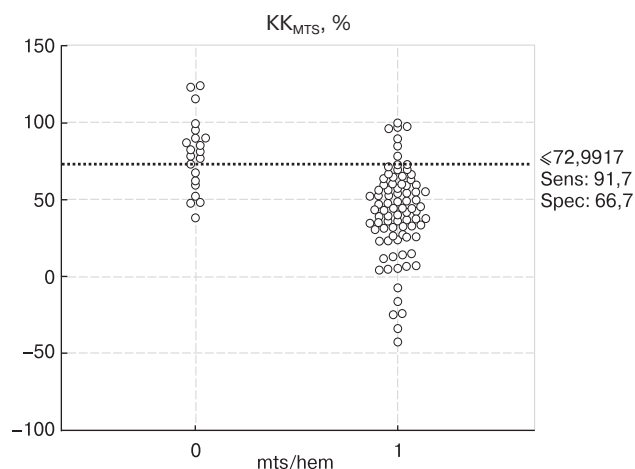


Рис. 5. Диаграмма чувствительности и специфичности для последовательности T1-TSE-MTC (Sens – чувствительность, Спес – специфичность; 0 – гемангиомы, 1 – метастазы).

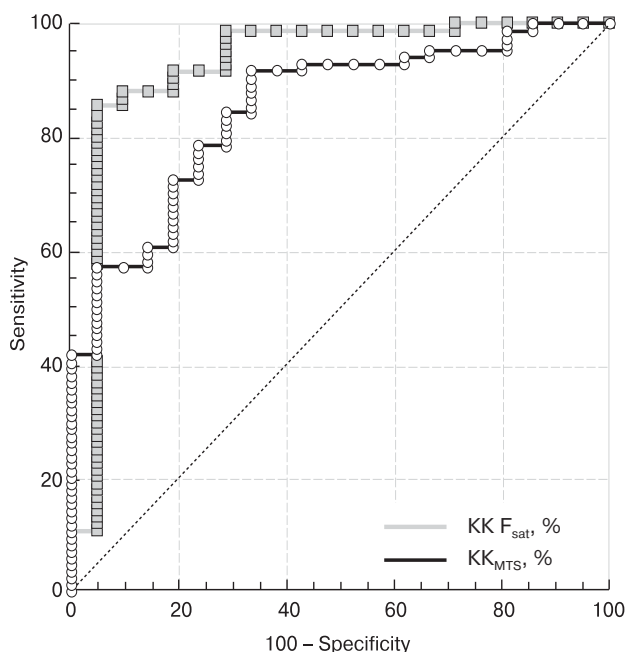


Рис. 6. График ROC-анализа чувствительности и специфичности для последовательности T1-TSE-MTC и T1-FE-FatSat. Sensitivity – чувствительность, Specificity – специфичность.

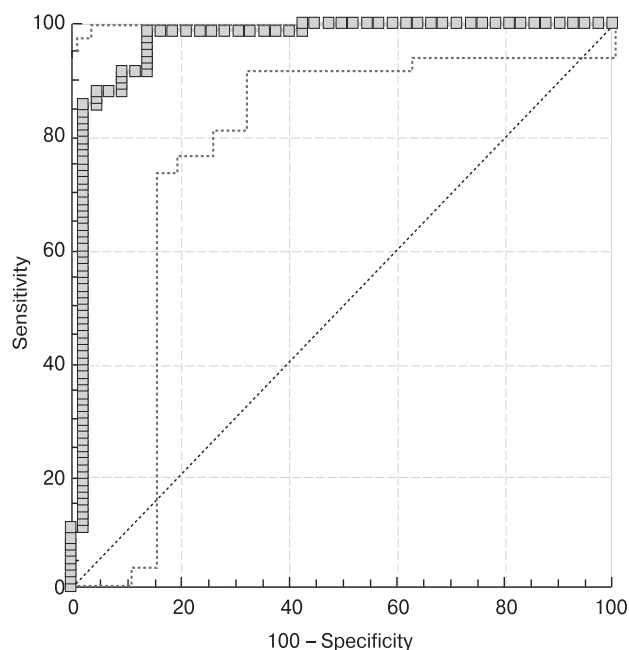
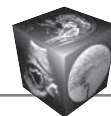


Рис. 7. График ROC-анализа чувствительности и специфичности при оценке результатов T1-TSE-MTC и T1-FE-FatSat с использованием обобщенного КК, $KK_{общ.} = 35,7\%$. Sensitivity – чувствительность, Specificity – специфичность.

печени затруднительна без внутривенного контрастного усиления [9, 10]. Но даже при контрастном усилении остается сложной дифференциальная диагностика очагов менее 1 см. По мнению некоторых авторов, чувствительность данного метода составляет лишь 56% [11].

Динамическое контрастное усиление является важной частью МР-протокола визуализации печени из-за его высокой точности диагностики.

Модели динамического контрастного усиления для каждого конкретного очагового поражения паренхимы печени помогают сузить дифференциальный диагноз [12]. При динамическом введении гепатотропного парамагнетика в артериальную фазу контрастирования выявляется слабое периферическое гетерогенное усиление МР-сигнала с наличием сниженного накопления парамагнетика в центральной части метастатического очага.



В портоинозную и равновесную фазы метастазы характеризуются сниженным МР-сигналом относительно паренхимы печени. В гепатоспецифическую фазу интенсивность МР-сигнала от метастазов снижена по сравнению с интактной тканью печени в связи с отсутствием в метастатических очагах функционально активных гепатоцитов. Повышенное накопление парамагнетика в гемангиомах от периферии к центру во всех фазах динамического контрастного усиления является важным дифференциально-диагностическим критерием в сравнении с метастатическим поражением [13]. Распределение парамагнетика на изображениях с применением эффекта переноса намагниченности в метастатических очагах происходит в основном по периферии по типу “мишени”, в очагах менее 10 мм накопление контрастного препарата происходит практически гомогенно. В гемангиомах накопление парамагнетика варьирует от периферического глыбообразного до гомогенного, что затрудняет дифференциальную диагностику с метастазами.

Исследования по применению эффекта переноса намагниченности в диагностике объемных образований печени были описаны в работе М. Mahfouz и соавт. (2000). Авторы проводили диагностику очаговых поражений паренхимы печени при помощи включения в протокол сканирования последовательности с эффектом переноса намагниченности до и после контрастного усиления. Исследование проводилось на томографе фирмы Signa Advantage: GE Medical System с напряженностью магнитного поля 1,5 Т. Оцениваемый авторами коэффициент переноса намагниченности (MTR) представлял собой отношение интенсивности очага на изображении с преднасыщающим импульсом к интенсивности очага на изображении без эффекта переноса намагниченности. Результатом данного исследования было увеличение контраста между паренхимой печени и такими образованиями, как кисты и гемангиомы. Значимого увеличения контраста паренхимы печени со злокачественными очагами не было получено [14].

В проведенном исследовании применяемый КК наиболее адекватно оценивает контрастность между паренхимой печени и очаговыми образованиями. Исходя из полученных результатов расчетов КК видно, что контрастность очаговых образований при применении T1-взвешенной импульсной последовательности с эффектом переноса намагниченности становится выше по сравнению со стандартной последовательностью как при гемангиомах, так и в случае метастатического поражения. Наши исследования показали, что повышение контрастности метастатических

очагов в постконтрастную фазу достигается путем использования импульсной последовательности 2DTSE с переносом намагниченности с параметрами преднасыщающего импульса $\Delta f = -210$ Гц и $FA = 600^\circ$. Полученный при этом уровень контрастности метастазов соответствует таковому для гемангиом на стандартных постконтрастных изображениях с использованием импульсной последовательности 2DFE с подавлением сигнала от жировой ткани. Также, согласно нашим результатам, нельзя говорить о взаимозаменяемости этих импульсных последовательностей, а скорее об аддитивности получаемых результатов, что хорошо показано при использовании обобщенного КК для оценки результатов обеих импульсных последовательностей T1-FE-FSат или T1-TSE-MTC и достижения более высоких значений чувствительности и специфичности.

Выводы

1. Контрастная МРТ с применением эффекта переноса намагниченности ($\Delta f = -210$ Гц и $FA = 600^\circ$) позволяет значительно увеличить контрастность очаговых образований печени по типу гемангиом и метастазов.

2. Достигнутый уровень контрастности метастатических очагов печени на изображениях 2DTSE с эффектом переноса намагниченности (2D-TSE-MTC) соответствует таковому для гемангиом в режиме 2DFE с подавлением сигнала от жировой ткани (2D-FE-FSат).

3. Максимальные параметры чувствительности и специфичности в дифференциальной диагностике гемангиом и метастазов в печени достигаются при использовании 2D-FE-FSат и 2D-TSE-MTC в постконтрастную фазу.

Список литературы

1. Ратников В.А., Савельева Т.В., Кащенко В.А., Кузнецов С.В., Скульский С.К., Марченко Н.В., Зорин Я.П., Крживицкий П.И., Пономарева О.И., Лубашев Я.А. Метастатическое поражение печени при колоректальном раке: стратегия комплексной лучевой диагностики. *Лучевая диагностика и терапия*. 2011; 4 (2): 5–16.
2. Bioulac-Sage P., Balabaud C., Bedossa P., Scoazec J. Y., Chiche L., Dhillon A. P., Ferrell L., Paradis V., Roskams T., Vilgrain V., Wanless I.R., Zucman-Rossi J., Laennec and Elves groups. Pathological diagnosis of liver cell adenoma and focal nodular hyperplasia: Bordeaux update. *J. Hepatol.* 2007; 46 (3): 521–527. DOI: 10.1016/j.jhep.2006.12.007
3. Rungsinaporn K., Phaisakamas T. Frequency of abnormalities detected by upper abdominal ultrasound. *J. Med. Assoc. Thai.* 2008; 91 (7): 1072–1075.
4. Акчурина Э.Д., Мершина Е.А., Сеницын В.Е. Диффузионно-взвешенные изображения при очаговой патологии печени. *Медицинская визуализация*. 2011; 2: 19–25.



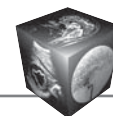
5. Hasan H.Y., Hinshaw, J.L., Borman, E.J., Gegios A., Leveson G., Winslow E.R. Assessing normal growth of hepatic hemangiomas during long-term follow-up. *JAMA surgery*. 2014; 149 (12), 1266–1271. DOI: 10.1001/jamasurg.2014.477.
6. Tokgoz O., Unlu E., Unal I., Serifoglu I., Oz I., Aktas E., Caglar E. Diagnostic value of diffusion weighted MRI and ADC in differential diagnosis of cavernous hemangioma of the liver. *African Health Sci*. 2016. 16 (1): 227–233. DOI: 10.4314/ahs.v16i1.30.
7. Бородин О.Ю., Ермакова А.А., Сенько А.А., Санников М.Ю. Контрастная МРТ с эффектом переноса намагниченности при исследовании метастатического поражения печени. *Медицинская визуализация*. 2016; 1: 54–62.
8. Weis E., Salopek T.G., McKinnon J.G., Larocque M.P., Temple-Oberle C., Cheng T., McWhae J., Sloboda R., Shea-Budgell M. Management of uveal melanoma: a consensus-based provincial clinical practice guideline. *Current Oncol*. 2016; 23 (1): e57. DOI: 10.3747/co.23.2859.
9. Кармазановский Г.Г., Тинькова И.О., Щеголев А.И., Яковлева О.В. Гемангиомы печени: компьютерно-томографические и морфологические сопоставления. *Медицинская визуализация*. 2003; 4: 37–45.
10. Лукьянченко А.Б., Медведева Б.М. МРТ в диагностике и дифференциальной диагностике очаговых поражений печени. *Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН*. 2004; 1: 68–72.
11. Kuszyk B.S., Bluemke D.A., Urban B.A., Choti M.A., Hruban R.H., Sitzmann J.V., Fishman E.K. Portal-phase contrast-enhanced helical CT for the detection of malignant hepatic tumors: sensitivity based on comparison with intraoperative and pathologic findings. *Am. J. Roentgenol*. 1996; 166: 91–95. DOI: 10.2214/ajr.166.1.8571914
12. Maniam S., Szklaruk J. Magnetic resonance imaging: Review of imaging techniques and overview of liver imaging. *Wld J. Radiol*. 2010; 2 (8): 309–322. DOI: 10.4329/wjr.v2.i8.309.
13. Котляров П.М., Сергеев Н.И., Солодкий В.А., Шимановский Н.Л. Магнитно-резонансная томография печени с гепатотропными парамагнетиками в выявлении очаговой патологии печени и определении ее природы. *Медицинская визуализация*. 2011; 2: 26–33.
14. Mahfouz M., Zaky I., Maher M. Magnetization Transfer Magnetic Resonance Imaging of Hepatic Tumors. *J. Egypt. National Cancer Institute Change*. 2000; 2 (12): 191–198.
15. Vilgrain V., Wanless I.R., Zucman-Rossi J., Laennec and Elves groups. Pathological diagnosis of liver cell adenoma and focal nodular hyperplasia: Bordeaux update. *J. Hepatol*. 2007; 46 (3): 521–527. DOI: 10.1016/j.jhep.2006.12.007
16. Rungsinaporn K., Phaisakamas T. Frequency of abnormalities detected by upper abdominal ultrasound. *J. Med. Assoc. Thai*. 2008; 91 (7): 1072–1075.
17. Akchurina E.D., Merzhina E.A., Sinitsyn V.E. Diffusion-Weighted Imaging in Focal Liver Lesions. *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2011; 2: 19–25. (In Russian)
18. Hasan H.Y., Hinshaw, J.L., Borman, E.J., Gegios A., Leveson G., Winslow E.R. Assessing normal growth of hepatic hemangiomas during long-term follow-up. *JAMA surgery*. 2014; 149 (12), 1266–1271. DOI: 10.1001/jamasurg.2014.477.
19. Tokgoz O., Unlu E., Unal I., Serifoglu I., Oz I., Aktas E., Caglar E. Diagnostic value of diffusion weighted MRI and ADC in differential diagnosis of cavernous hemangioma of the liver. *African Health Sci*. 2016. 16 (1): 227–233. DOI: 10.4314/ahs.v16i1.30.
20. Borodin O.Yu., Ermakova A.A., Senko A.A., Sannikov M.Yu. Contrast-Enhanced MRI with Magnetization Transfer Effect in the Imaging of Liver Metastatic Lesion. *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2016; 1: 54–62. (In Russian)
21. Weis E., Salopek T.G., McKinnon J.G., Larocque M.P., Temple-Oberle C., Cheng T., McWhae J., Sloboda R., Shea-Budgell M. Management of uveal melanoma: a consensus-based provincial clinical practice guideline. *Current Oncol*. 2016; 23 (1): e57. DOI: 10.3747/co.23.2859.
22. Karmazanovsky G.G., Tin'kova I.O., Shchegolev A.I., Yakovleva O.V. Liver Hemangioma: CT Findings and Pathomorphological Correlation. *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2003; 4: 37–45. (In Russian)
23. Luk'yanchenko A.B., Medvedeva B.M. MRI in the diagnosis and differential diagnosis of focal liver lesions. *Vestnik RONC im. N.N. Blohina RAMN*. 2004; 1: 68–72. (In Russian)
24. Kuszyk B.S., Bluemke D.A., Urban B.A., Choti M.A., Hruban R.H., Sitzmann J.V., Fishman E.K. Portal-phase contrast-enhanced helical CT for the detection of malignant hepatic tumors: sensitivity based on comparison with intraoperative and pathologic findings. *Am. J. Roentgenol*. 1996; 166: 91–95. DOI: 10.2214/ajr.166.1.8571914
25. Maniam S., Szklaruk J. Magnetic resonance imaging: Review of imaging techniques and overview of liver imaging. *Wld J. Radiol*. 2010; 2 (8): 309–322. DOI: 10.4329/wjr.v2.i8.309.
26. Kotlyarov P.M., Sergeev N.I., Solodkiy V.A., Shimanovskiy N.L. Magnetic-Resonance Tomography of Liver with Hepatotrophic Paramagnetic for Diagnostics of Focal Lesions. *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2011; 2: 26–33. (In Russian)
27. Mahfouz M., Zaky I., Maher M. Magnetization Transfer Magnetic Resonance Imaging of Hepatic Tumors. *J. Egypt. National Cancer Institute Change*. 2000; 2 (12): 191–198.

References

1. Ratnikov V.A., Savelyeva T.V., Kasshenko V.A., Kuznetsov S.V., Skulsky S.K., Marchenko N.V., Zorin Ya.P., Krzhivitskiy P.I., Ponomareva O.I., Lubashev Ya.A. Liver metastasis in patients with colorectal cancer: strategy of complex diagnostics with the use of visualizing methods. *Luchevaya diagnostika i terapiya*. 2011; 4 (2): 5–16. (In Russian)
2. Bioulac-Sage P., Balabaud C., Bedossa P., Scoazec J. Y., Chiche L., Dhillon A. P., Ferrell L., Paradis V., Roskams T.,

Поступила в редакцию 5.12.2016.
Принята к печати 18.01.2017.

Received on 5.12.2016.
Accepted for publication on 18.01.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-29-35

Ошибка в дифференциальной диагностике кистозного образования поджелудочной железы при применении ультразвукового контраста (клиническое наблюдение)

Аскерова Н.Н., Аскерова А.Н., Степанова Ю.А., Ветшева Н.Н., Глотов А.В.

ФГБУ "Институт хирургии им. А.В. Вишневского" Минздрава России, Москва, Россия

The Error of Differential Diagnosis of Pancreatic Cystic Lesion Using CEUS (Case Report)

Askerova N.N., Askerova A.N., Stepanova Yu.A., Vetsheva N.N., Glotov A.V.

A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow, Russia

В России применение контрастного препарата Соноvue разрешено с июня 2014 г. и с тех пор отечественные специалисты накапливают собственный опыт применения данного препарата при различных заболеваниях. Анализ полученных данных показал, что помимо типичных, описанных в литературе характеристик накопления образованиями контрастного вещества возможны нетипичные случаи, обусловленные различными причинами (длительное течение заболевания, сопутствующие патологии). Приводим клиническое наблюдение пациентки с кистозным образованием поджелудочной железы, у которой при предоперационном обследовании был неверно поставлен диагноз кистозной опухоли.

Учитывая характер эпителиальной выстилки, отсутствие достоверных признаков наличия овариоподобной стромы, а также выраженные вторичные изменения в стенке кисты в виде гиалиноза, отложений кристаллов холестерина и скоплений макрофагов, образование было расценено при морфологическом исследовании как давняя ретенционная киста поджелудочной железы с вторичными изменениями. Особенности контрастирования данного образования могут быть объяснены наличием выраженных вторичных изменений в стенке кисты, которая впервые была диагностирована 10 лет назад.

Ключевые слова: кистозное образование поджелудочной железы, ретенционная киста, муцинозная цистаденома, УЗИ, контрастное усиление.

Ссылка для цитирования: Аскерова Н.Н., Аскерова А.Н., Степанова Ю.А., Ветшева Н.Н., Глотов А.В. Ошибка в дифференциальной диагностике кистозного образования поджелудочной железы при применении

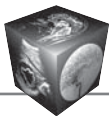
ультразвукового контраста (клиническое наблюдение). *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 29–35. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-29-35.

The use of the contrast agent SonoVue has been allowed in Russia since June 2014. Since then, Russian experts have been accumulating their own experience in the contrast agent application for various diseases. The analysis of the obtained data showed that, besides the typical characteristics of the lesions enhancement, described in the literature, there can be atypical cases due to various causes (long-term course of the disease, co-morbidity). We present a clinical case of pancreas cystic lesion in female patient, that was misunderstood as a cystic tumor preoperatively.

Considering the epithelial lining nature, absence of the accurate signs of the presence of an ovarian-like stroma, and also the significant secondary changes in the cystic wall such as hyalinosis, cholesterol deposits and macrophage accumulations, the lesion was interpreted as a long-standing pancreatic retention cyst with secondary changes by a morphological study. The features of the enhancement patterns of this lesion can be explained by the presence of significant secondary changes in the wall of cyst, that was first diagnosed in this patient 10 years ago.

Key words: : pancreas cystic lesion, retention cyst, mucinous cystadenoma, ultrasound, contrast-enhanced ultrasonography.

Recommended citation: Askerova N.N., Askerova A.N., Stepanova Yu.A., Vetsheva N.N., Glotov A.V. The Error of Differential Diagnosis of Pancreatic Cystic Lesion Using CEUS (Case Report). *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 29–35. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-29-35.



Введение

Дифференциальная диагностика образований поджелудочной железы (ПЖ) до сих пор вызывает трудности в клинической практике. “Золотым стандартом” на сегодняшний день является эндо-сонография с тонкоигольной биопсией [1]. Однако данный метод инвазивный, к нему имеются противопоказания. За последние годы в зарубежных странах стало широко распространенным и клинически значимым ультразвуковое контрастное исследование с применением препарата Соно-вью. Диагностическая точность ультразвукового контрастного исследования в диагностике ново-образований ПЖ сопоставима с таковой компью-терной томографии (КТ) с контрастированием [2]. М. D’Onofrio и соавт. показали, что контрастное ультразвуковое исследование имело более высо-кую точность в дифференциации васкуляризации поражения ПЖ, чем мультиспиральная КТ (МСКТ) [3–5]. Это возможно из-за различия физических характеристик препарата Соновью и контрастных веществ, применяемых для МСКТ.

В России применение контрастного препарата Соновью разрешено с июня 2014 г., и с тех пор отечественные специалисты накапливают собст-венный опыт применения данного препарата при различных заболеваниях. В Институте хирургии им. А.В. Вишневского к настоящему времени выполнено около 150 ультразвуковых исследова-ний с контрастным усилением (при заболеваниях печени, ПЖ, почек, селезенки, предстательной железы, глаза, периферических сосудов) [6]. Показанием к выполнению контрастного иссле-дования при очаговых образованиях различных органов преимущественно являются сложности в постановке диагноза при обследовании другими методами исследования. Анализ полученных дан-ных показал, что помимо типичных, описанных в

литературе характеристик накопления образова-ниями контрастного вещества возможны нетипичные случаи, обусловленные различными причинами (длительное течение заболевания, сопутствующие патологии). Приводим клиническое наблюдение пациентки с кистозным образованием ПЖ, у кото-рой при предоперационном обследовании был неверно поставлен диагноз кистозной опухоли.

Пациентка И., 56 лет, поступила в Институт хирургии им. А.В. Вишневского с жалобами на боль в области правого подреберья.

Анамнез заболевания. Пациентка больна с 2007 г., когда при обследовании выявили кистозную опухоль хвоста ПЖ размером около 40–50 мм. По данным маг-нитно-резонансной томографии (МРТ) брюшной поло-сти (01.12.2015): в области хвоста ПЖ определялось кистозное образование размерами 5,5 × 6,6 см, с нали-чием внутренних включений, не накапливающее кон-трастный препарат, и дочерними кистами по поверхно-сти, в содержимом определялись белковые примеси; при контрастировании отмечалось умеренное контраст-ное усиление стенок и перегородок кисты. Указанное образование прилежало к большой кривизне желудка, внутренней поверхности селезенки и селезеночной ве-не и верхнему полюсу левой почки. Заключение: жид-костное образование хвоста ПЖ (осложненная киста? солидная псевдопапиллярная опухоль ПЖ). По данным ультразвукового исследования органов брюшной поло-сти кистозное образование расценивали как муциноз-ную цистаденому. Образование имело четкие контуры, утолщенные до 2,5 мм стенки, в структуре опухоли визу-ализировали тонкие перегородки. При динамическом наблюдении размеры кисты увеличились с 50 до 100 см.

Пациентка была госпитализирована в отдел абдоми-нальной хирургии Института хирургии им. А.В. Вишне-вского для дообследования и выбора тактики хирурги-ческого лечения.

Для корреспонденции*: Аскерова Нурия Нураддиновна – 119997 Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27. Институт хирургии им. А.В. Вишневского. Тел.: 8-963-632-36-05. E-mail: askerova_nuriya@mail.ru

Аскерова Нурия Нураддиновна – аспирант отделения ультразвуковых методов диагностики и лечения ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Аскерова Айнура Нураддиновна** – аспирант отделения лучевой диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Степанова Юлия Александровна** – доктор мед. наук, старший научный сотрудник отдела лучевой диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; профессор кафедры лучевой диагностики ИПО ФГБОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва; **Ветшева Наталья Николаевна** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения ультразвуковых методов диагностики и лечения ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва; **Глотов Андрей Вячеславович** – младший научный сотрудник отделения патологической анатомии ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва.

Contact*: Nuriya N. Askerova – 119997 Moscow, Bolshaya Serpukhovskaya str., 27. A.V. Vishnevsky Institute of Surgery. Phone: 8-963-632-36-05. E-mail: askerova_nuriya@mail.ru

Nuriya N. Askerova – resident of Ultrasound Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Aynur N. Askerova** – resident of Radiology Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Yulia A. Stepanova** – doct. of med. sci., the senior research of Radiology Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery; professor of Radiology Department of IPE of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow; **Natalya N. Vetsheva** – cand. of med. sci., a senior researcher of ultrasound department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Andrey V. Glotov** – junior research fellow of Patological Anatomy Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow.

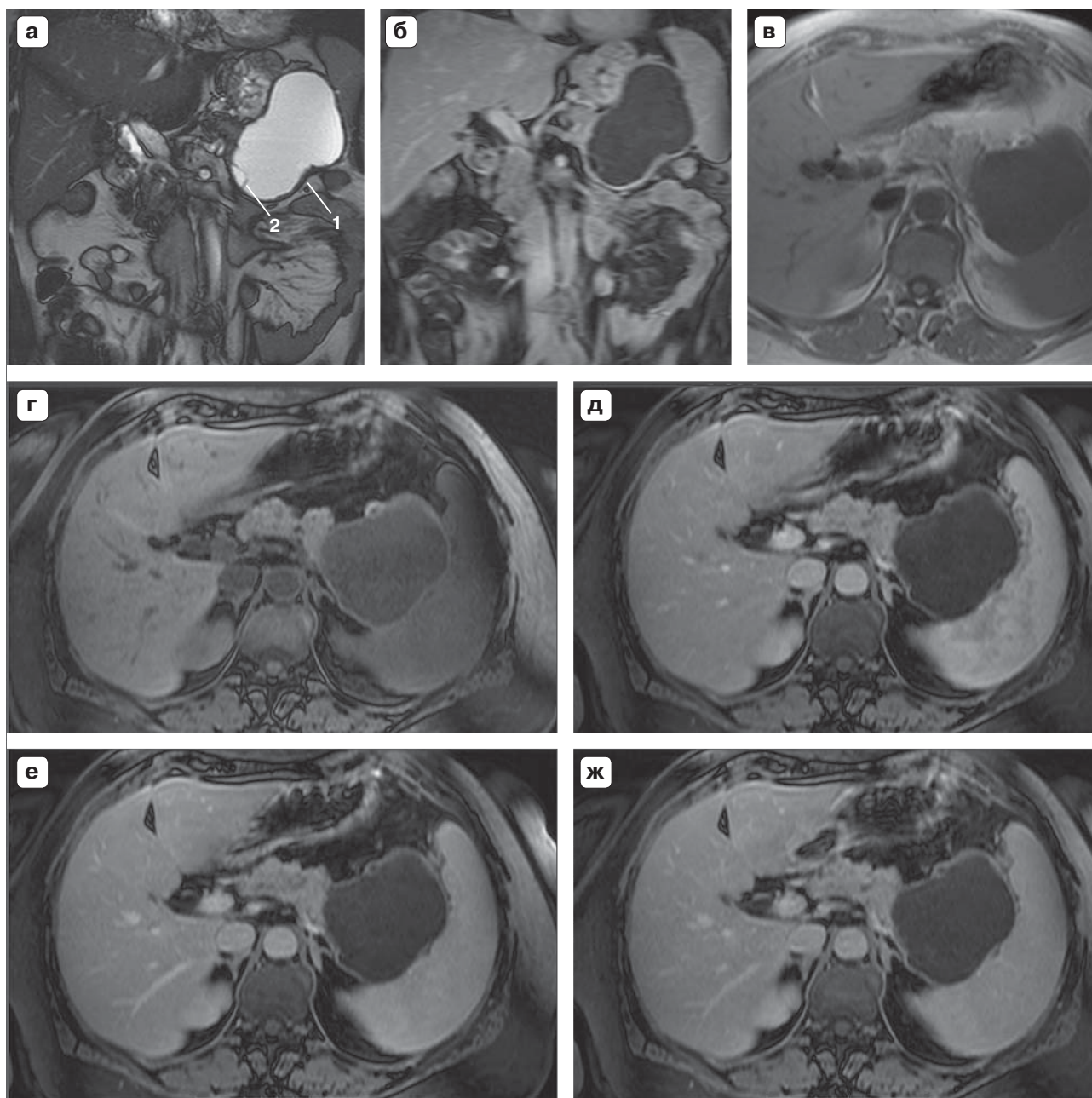
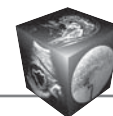
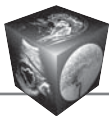


Рис. 1. Магнитно-резонансные изображения органов брюшной полости в режиме T2ВИ (а), T1ВИ (б) и FLAIR (в) и в режиме T1ВИ до (г) и после (д–ж) внутривенного контрастирования, а, б – коронарные проекции, в–ж – аксиальные проекции. Кистозное образование в хвосте поджелудочной железы, слабое накопление контрастного вещества капсулой образования (1 – неравномерно утолщенная капсула образования; 2 – тонкая перегородка в структуре образования).

МРТ брюшной полости (описано амбулаторное исследование, выполненное в другом учреждении). Поджелудочная железа правильно расположена, определяется размерами: головка – 2,6 см, тело – 2,2 см, хвост увеличен в размере за счет образования неправильной округлой формы в его структуре. Размер образования – 80 × 76 × 89 мм. Образование имеет кистозное строение, неравномерно утолщенную до 5 мм, гипоинтенсивную на T2ВИ капсулу, создается

впечатление о незначительном накоплении ею контрастного вещества при динамическом контрастном усилении. Содержимое образования однородное, сигнал соответствует жидкости. В структуре визуализируются единичные тонкие перегородки (рис. 1). Признаков связи с главным панкреатическим протоком нет. Сигнал от паренхимы железы не изменен. Парапанкреатическая клетчатка не инфильтрирована. Парапанкреатические лимфоузлы не увеличены.



Образование прилежит к синусу селезенки, компримируя селезеночную вену.

Заключение. Магнитно-резонансная картина кистозного образования в хвосте ПЖ в большей степени соответствует муцинозной цистаденоме, менее вероятно кисте.

Данные объективного исследования. Общее состояние удовлетворительное. Кожный покров и видимые слизистые обычной окраски, чистые. В легких дыхание везикулярное, проводится во все отделы, хрипов нет. Частота дыхательных движений – 14 в минуту. Тоны сердца ясные, ритмичные. Пульс – 74 в минуту. Артериальное давление – 120/80 мм рт. ст. Живот мягкий, безболезненный. Печень и селезенка не увеличены. Физиологические отправления в норме.

Учитывая предварительный дифференциальный диагноз между кистой и кистозной опухолью, для уточнения диагноза выполнили ультразвуковое исследование с контрастным усилением.

Ультразвуковое исследование брюшной полости и забрюшинного пространства. Свободная жидкость в брюшной полости и малом тазу не определяется.

Печень в размерах не увеличена: размер правой доли – 116 × 124 мм, левой доли – 74 × 54 мм. Контуры печени ровные, четкие, паренхима повышенной эхогенности, структура диффузно неоднородная. Сосудистый рисунок сохранен.

Желчный пузырь удален (холецистэктомия в анамнезе 2007 г.). Внутри- и внепеченочные желчные протоки не расширены, гепатикохоледох диаметром 6 мм, просвет свободный.

Поджелудочная железа: головка – 24 мм, тело – 19 мм, хвост – 27 мм. Контуры железы ровные, четкие, паренхима повышенной эхогенности, структура диффузно неоднородная, панкреатический проток не расширен. В дистальном отделе хвоста ПЖ определяется кистозное образование размерами 89 × 70 мм, в гиперэхогенной капсуле толщиной до 3 мм, с неоднородным мелкодисперсным эхогенным содержимым, по внутреннему контуру стенки кистозного образования определяются единичные полиповидные разрастания (рис. 2, а). При дуплексном сканировании в капсуле образования регистрируются единичные сосудистые сигналы (рис. 2, б). Образование достигает ворот селезенки, оттесняет селезеночные сосуды с признаками умеренной компрессии по вене (рис. 2, в).

Далее выполнили контрастное усиление: в браунюлю болюсно ввели 2,5 мл контрастного препарата Соноvue (Бракко, Италия), дополнили введением 10 мл физиологического раствора и оценивали характер контрастирования во все фазы контрастного усиления. В раннюю артериальную фазу (10–15 с) происходило активное накопление контрастного вещества стенкой кисты (“гиперконтрастирование”), которое сохранялось

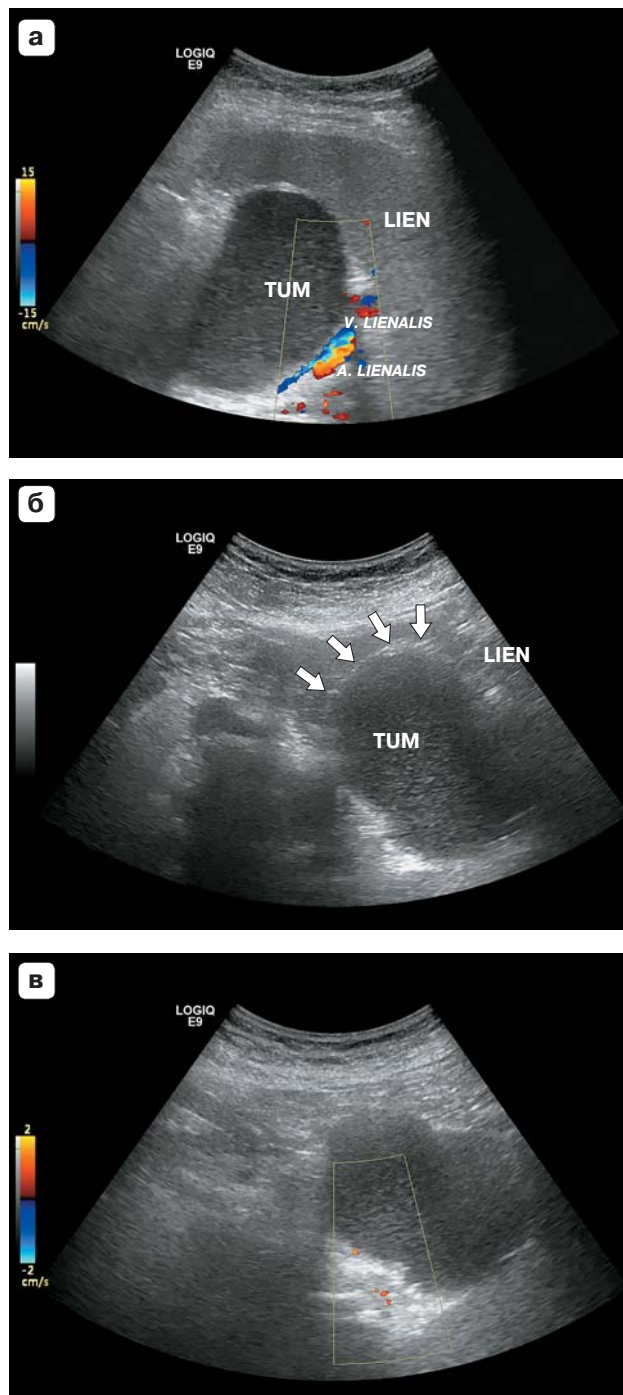


Рис. 2. Ультразвуковые изображения поджелудочной железы и селезенки: а – образование оттесняет селезеночную артерию и вену (TUM – образование, A. LIENALIS, V. LIENALIS – селезеночная артерия и вена, LIEN – селезенка); б – стрелками указана стенка кистозного образования (TUM – образование, ALIEN – селезенка); в – в режиме ЦДК в стенке кисты определяются единичные сосудистые сигналы.

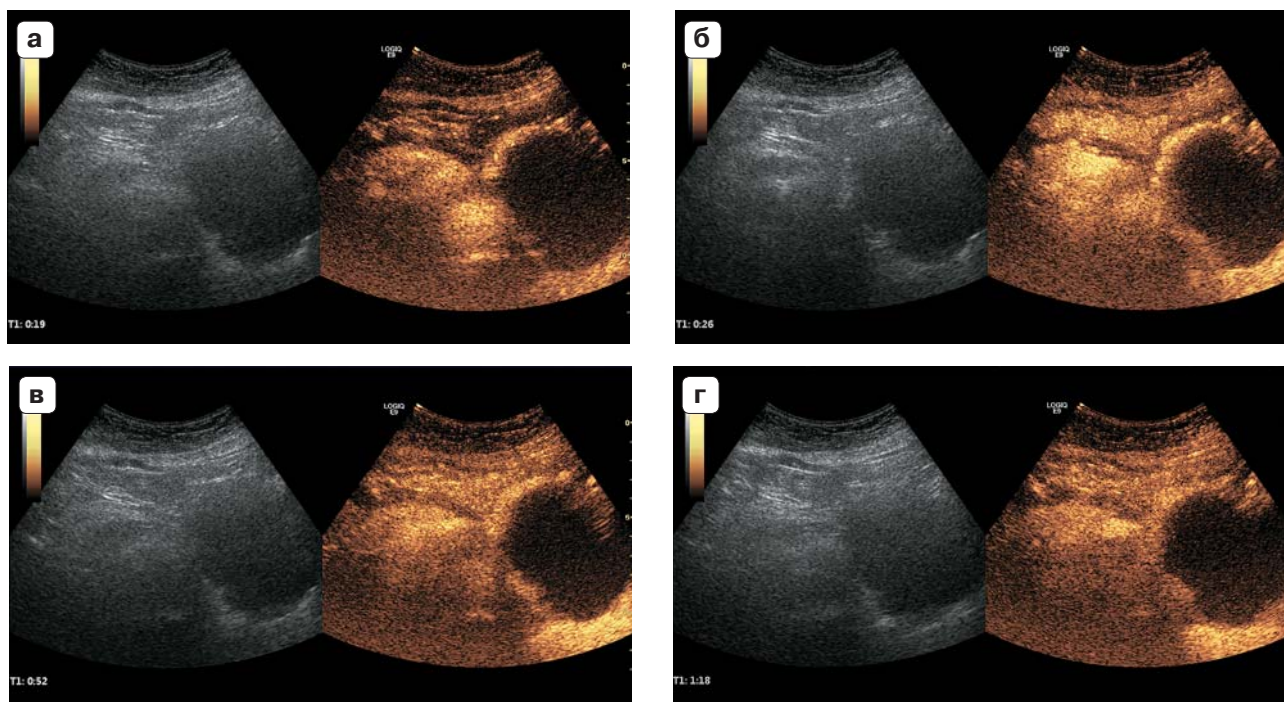
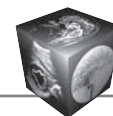


Рис. 3. Ультразвуковые изображения с контрастным усилением: а – артериальная фаза (11 с); б – панкреатическая фаза (20 с); в – венозная фаза (52 с); г – отсроченная фаза (122 с).

в панкреатическую и венозную фазы исследования, в отсроченную фазу происходило медленное вымывание контрастного вещества стенкой кисты (стенка становилась изоконтрастной по отношению к окружающей паренхиме ПЖ) (рис. 3).

Селезенка не увеличена (122 × 44 мм), контуры ровные, четкие, структура паренхимы однородная.

Почки обычно расположены, контуры четкие, паренхима достаточно выражена, нормальной эхогенности, кортико-медуллярная дифференцировка сохранена, почечный синус повышенной эхогенности, чашечно-лоханочная система не расширена. Очаговые изменения не выявлены.

Заключение. Кистозная опухоль хвоста ПЖ (по данным, полученным при контрастном усилении, наиболее вероятно, муцинозная цистаденома), учитывая ультразвуковую картину без контрастного усиления, нельзя исключить цистаденокарциному.

Эзофагогастродуоденоскопия. Пищевод свободно проходим, не деформирован, складки и слизистая его не изменены. Z-линия неровная, нечеткая, располагается на расстоянии 37 см от резцов. Кардия смыкается не полностью. Желудок не деформирован. Натошак в просвете желудка содержится небольшое количество желудочного сока с примесью слюны и желчи. Складки слизистой невысокие, извиты, хорошо расправляются воздухом. Перистальтика обычной интенсивности, прослеживается во всех отделах. Слизистая желудка глад-

кая, тусклая, умеренно очагово гиперемирована во всех отделах; сосудистый рисунок не усилен. Угол желудка не изменен. При ретроверзии: кардия не полностью охватывается аппаратом. Привратник не деформирован, свободно проходим аппаратом, округлой формы, смыкается полностью. Во время исследования отмечается рефлюкс желчи из двенадцатиперстной кишки в желудок. Луковица двенадцатиперстной кишки и постбульбарные отделы не деформированы, слизистая не изменена. На момент осмотра в кишке небольшое количество желчи.

Заключение. Недостаточность кардии, очаговый гастрит, эндоскопические признаки дуоденогастрального рефлюкса.

На основании полученных данных пациентке был поставлен диагноз: муцинозная цистаденома. Принято решение выполнить оперативное вмешательство в объеме расширенно-комбинированной дистальной гемипанкреатэктомии, спленэктомии, дренирования брюшной полости.

Оперативное вмешательство (16.03.2016): дистальная резекция ПЖ, спленэктомия, дренирование брюшной полости. Интраоперационно: в области тела-хвоста ПЖ определяется плотная опухоль диаметром около 8–10 см, прорастания опухоли в двенадцатиперстную кишку не выявлено. Селезенка увеличена. Выделен чревный ствол, селезеночная артерия на уровне тела-хвоста ПЖ вовлечена в структуру опухоли, пересечена, перевязана двумя лигатурами. Выделено



Рис. 4. Макропрепарат. В хвосте поджелудочной железы однокамерное кистозное образование с плотно-эластичной, местами трабекулярной, белесовато-желтоватой стенкой толщиной 0,2–0,4 см, с наличием тусклых охряно-желтых наложений.

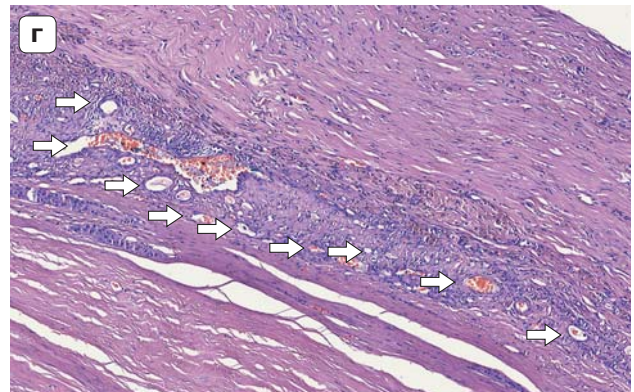
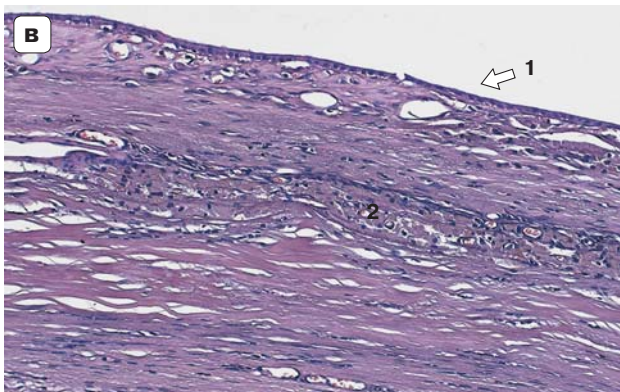
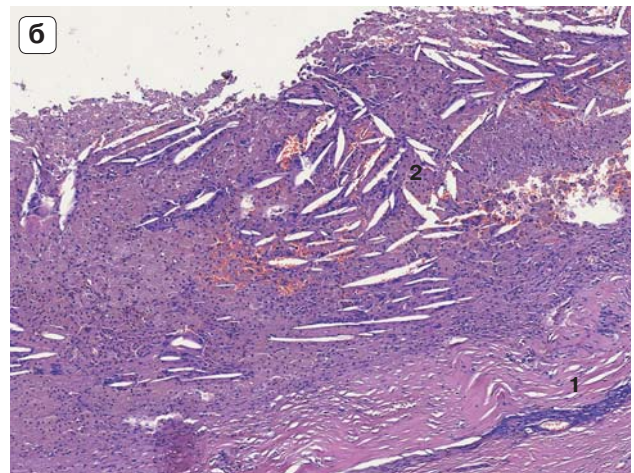
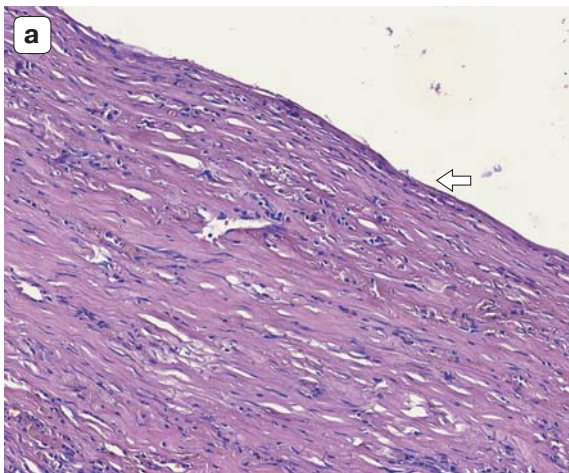
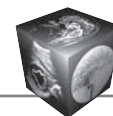


Рис. 5. Микропрепараты, окраска гематоксилином и эозином: а – стенка кисты, эпителиальная выстилка не определяется (стрелка). $\times 200$; б – стенка кисты, эпителиальная выстилка не определяется (1). На внутренней поверхности кисты скопления кристаллов холестерина и макрофагов (2). $\times 100$; в – определяются участки сохранной выстилки кисты, представленные однорядным кубическим эпителием без признаков атипии (1). В толще стенки скопления макрофагов (2). $\times 200$; г – в толще стенки имелись участки с наличием многочисленных капилляров и мелких сосудов (часть из них указана стрелками). $\times 100$.



тело ПЖ, выполнена тунелизация, ПЖ пересечена отступя 1 см от опухоли. Культи ПЖ ушита по типу “рыбьего рта”. Выделен конfluence воротной вены, верхняя брыжеечная вена и воротная вена не вовлечены в опухоль, селезеночная вена перевязана у места конfluence. Мобилизована селезенка с хвостом ПЖ. При мобилизации прорастания опухоли в паренхиму левого надпочечника, почку, а также ободочную кишку не выявлено. Выполнено удаление селезенки с хвостом ПЖ (рис. 4).

Гистологическое исследование. Стенка кисты была представлена фиброзной тканью с гиалинозом, очагами хронической воспалительной инфильтрации. На большем протяжении эпителиальная выстилка не определялась (рис. 5, а). На внутренней поверхности кисты, а также в толще стенки имелись скопления детрита, кристаллов холестерина и макрофагов с наличием единичных гигантских многоядерных клеток инородных тел (рис. 5, б). Лишь на отдельных участках была обнаружена сохранная выстилка из однорядного кубического эпителия без признаков атипии (рис. 5, в). В толще стенки определялись многочисленные мелкие кровеносные сосуды (рис. 5, г), а также сохраненные протоки и акципусы ПЖ.

Заключение. Морфологическая структура образования наиболее соответствует давней ретенционной кисте ПЖ с вторичными изменениями.

Таким образом, учитывая характер эпителиальной выстилки, отсутствие достоверных признаков наличия овариоподобной стромы, а также выраженные вторичные изменения в стенке кисты в виде гиалиноза, отложений кристаллов холестерина и скоплений макрофагов, данная кистозная опухоль была расценена как давняя ретенционная киста ПЖ с вторичными изменениями. Особенности контрастирования данного образования могут быть объяснены наличием выраженных вторичных изменений в стенке кисты. Следует учесть, что данное образование было впервые диагностировано в 2007 г., когда его размер со-

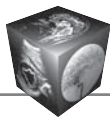
ставлял 4–5 см. На момент выполнения оперативного вмешательства в 2016 г. максимальный размер кистозного образования составлял почти 10 см. За этот достаточно длительный период времени оно подверглось различным изменениям вторичного характера, которые обусловили особенности его строения.

Список литературы / References

1. Lee T., Cheon Y., Shim C. Clinical role of contrast-enhanced harmonic endoscopic ultrasound in differentiating solid lesions of the pancreas: a single-center experience in Korea. *Gut Liver*. 2013; 7 (5): 599–604. DOI: 10.5009/gnl.2013.7.5.599
2. D'Onofrio M., Crosara S., Signorini M., De Robertis R., Canestrini S., Principe F., Pozzi Mucelli R. Comparison between CT and CEUS in the diagnosis of pancreatic adenocarcinoma. *Ultraschall Med*. 2013; 34 (4): 377–381. DOI: 10.1055/s-0032-1325324
3. D'Onofrio M., Malago R., Zamboni G., Vasori S., Falconi M., Capelli P., Mansueto G. Contrast-enhanced ultrasonography better identifies pancreatic tumor vascularization than helical CT. *Pancreatol*. 2005; 5 (4–5): 398–402. DOI: 10.1159/000086540
4. Numata K., Ozawa Y., Kobayashi N., Kubota T., Shimada H., Nozawa A., Nakatani Y., Sugimori K., Matsuo K., Imada T., Tanaka K. Contrast-enhanced sonography of pancreatic carcinoma: correlations with pathological findings. *J. Gastroenterol*. 2005; 40: 631–640. DOI: 10.1007/s00535-005-1598-8
5. Fan Z., Li Y., Yan K., Wu W., Yin S., Yang W., Xing B., Li X., Zhang X. Application of contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of solid pancreatic lesions – a comparison of conventional ultrasound and contrast-enhanced CT. *Eur. J. Radiol*. 2013; 82 (9): 1385–1390. DOI: 10.1016/j.ejrad.2013.04.016
6. Ветшева Н.Н., Фисенко Е.П., Степанова Ю.А., Камалов Ю.Р., Тимина И.Е., Киселева Т.Н., Жестовская С.И. Ультразвуковое исследование с контрастным усилением: терминология, технические и методические аспекты. *Медицинская визуализация*. 2016; 4: 132–140. Vetsheva N.N., Fisenko E.P., Stepanova Yu.A., Kamalov Yu.R., Timina I.E., Kiseleva T.N., Zhestovskaya S.I. Contrast enhanced ultrasound: terminology, technical and methodological aspects. *Medical visualization*. 2016; 4: 132–140. (In Russian)

Поступила в редакцию 12.01.2017.
Принята к печати 18.01.2017.

Received on 12.01.2017.
Accepted for publication on 18.01.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-36-43

Первично-множественный синхронный рак почки и щитовидной железы у больного с удвоением нижней полой и почечных вен с обеих сторон (клиническое наблюдение)

Степанова Ю.А.* , Теплов А.А., Морозова М.В., Грицкевич А.А.,
Пьяникин С.С., Чехоева О.А., Карельская Н.А., Глотов А.В.

ФГБУ "Институт хирургии им. А.В. Вишневского" Минздрава России, Москва, Россия

Multiple Primary Synchronous Renal Cancer and Thyroid Gland Cancer at Patient with Doubling Inferior Vena Cava and Renal Veins on Both Sides (Clinical Case)

Stepanova Yu.A.* , Teplov A.A., Morozova M.V., Gritskevich A.A.,
Pyanikin S.S., Chekhoeva O.A., Karelskaya N.A., Glotov A.V.

A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow, Russia

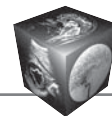
Почечно-клеточный рак – третья по частоте встречаемости опухоль мочеполовой системы и наиболее распространенная опухоль почки, которая составляет приблизительно 2–3% злокачественных образований у взрослых. Удвоение нижней полой вены (НПВ) – аномалия, при которой определяются два инфраренальных сегмента НПВ, левая НПВ после впадения в нее левой почечной вены пересекает аорту спереди, соединяется с правой почечной веной и правой НПВ. Сочетание почечно-клеточного рака и удвоения НПВ достаточно редко. Представленное клиническое наблюдение сочетания рака почки с удвоением НПВ имеет своей особенностью наличие у пациента первично-множественного метастатического рака, что делает необходимым более тщательное обследование пациента. Также было выявлено удвоение почечных вен с обеих сторон и удвоение левой почечной артерии. Продемонстрированы возможности дооперационной неинвазивной диагностики (ультразвуковое исследование и компьютерная томография) аномалии сосудов забрюшинного пространства у пациента с опухолью почки трансмуральной локализации, позволяющей спланировать и выполнить сложное оперативное вмешательство – экстракорпоральную резекцию левой почки в условиях фармакохолодовой ишемии. Проведение экстракорпоральной резекции почки в условиях фармакохолодовой ишемии

позволяет расширить показания к органосохраняющему лечению больных с локализованным раком почки. Однако длительная ишемия почки и последующие сосудистые реконструкции требуют динамического наблюдения за функциональным состоянием почки.

Ключевые слова: рак почки, удвоение нижней полой вены, удвоение почечных вен, ультразвуковое исследование, КТ, экстракорпоральная резекция почки.

Ссылка для цитирования: Степанова Ю.А., Теплов А.А., Морозова М.В., Грицкевич А.А., Пьяникин С.С., Чехоева О.А., Карельская Н.А., Глотов А.В. Первично-множественный синхронный рак почки и щитовидной железы у больного с удвоением нижней полой и почечных вен с обеих сторон (клиническое наблюдение). *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 36–43. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-36-43.

Renal cell carcinoma – the third on occurrence frequency tumor of urinogenital system and the most widespread renal tumor which makes about 2–3% of malignancies at adults. Doubling of inferior vena cava (IVC) is anomaly in case of which two inphrarenal segments of IVC are defined. Left IVC after lockin in it the left renal vein crosses an aorta in front, connects to the right renal vein and the right IVC. Combination of renal cell carcinoma and doubling IVC is



rather seldom. The presented clinical case of a combination of renal cell carcinoma and doubling of IVC has the feature existence at the patient of metachronous multiple primary neoplasms that does necessary more careful inspection of the patient. Also a doubling of renal veins on both sides and a doubling of the left renal artery have been revealed.

Possibilities of presurgical non-invasive diagnostics (ultrasonography and computer tomography) of retroperitoneal space vessels anomaly at the patient with transmural localization of kidney tumor allowing to plan and execute difficult surgery – an *ex vivo* resection of a left kidney in the conditions of pharmacological cold ischemia was shown. Performance of an *ex vivo* nephrectomy in the conditions of pharmacological cold ischemia allows to dilate indications to organ-preserving treatment of patients with the localized kidney cancer. However long cold ischemia and the subsequent vascular reconstruction demand dynamic observation over kidney's functional conditions.

Key words: renal cancer, doubling of inferior vena cava, doubling of renal veins, ultrasonography, CT, extracorporeal kidney resections.

Recommended citation: Stepanova Yu.A., Teplov A.A., Morozova M.V., Gritskovich A.A., Pyanikin S.S., Chekhoeva O.A., Karelskaya N.A., Glotov A.V. Multiple Primary Synchronous Renal Cancer and Thyroid Gland Cancer at Patient with Doubling Inferior Vena Cava and Renal Veins on Both Sides (Clinical Case). *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 36–43. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-36-43.

Почечно-клеточный рак – наиболее распространенная опухоль почки, которая составляет приблизительно 2–3% злокачественных образований у взрослых [1, 2].

Наличие нескольких источников развития нижней поллой вены (НПВ), а также формирование поперечных анастомозов между венами

правой и левой половины тела служат предпосылкой к возникновению аномалий. Удвоение НПВ – аномалия, при которой определяются два инфраренальных сегмента НПВ, левая НПВ после впадения в нее левой почечной вены пересекает аорту спереди, соединяется с правой почечной веной и правой НПВ. Удвоенная НПВ встречается в тех случаях, когда левая сакрокардинальная вена, проходящая вдоль позвоночного столба с соответствующей стороны, не облитерируется. Частота выявления в популяции составляет 0,2–3% [3–6]. Обе полые вены при таком развитии сосудистой системы могут быть одинаковы в диаметре, однако чаще правая несколько шире. Левая НПВ простирается до левой почечной вены, в которую и впадает. Выше этого уровня отток крови осуществляется одним (правым) стволом, дренирующимся в предсердие [7].

Сочетание почечно-клеточного рака и удвоения НПВ достаточно редко и впервые было описано Y. Hashinaka и соавт. в 1979 г. [8]. Далее авторы описывали сочетание различных морфологических форм опухолей почки и удвоенной НПВ [9–14]. Описан также случай почечно-клеточного рака при удвоенной НПВ, сопровождающегося опухолевым тромбозом, распространяющимся на обе полые вены [11]. Дооперационная диагностика сочетания опухоли почки и удвоенной НПВ крайне важна, так как возможно интраоперационное травмирование вен [14].

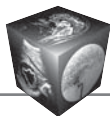
Долгие годы “золотым стандартом” лечения рака почки являлась радикальная нефрэктомия. Резекция почки представляла собой метод

Для корреспонденции*: Степанова Юлия Александровна – 117997 Москва, ул. Б. Серпуховская, 27, отдел лучевой диагностики Института хирургии им. А.В. Вишневского. Тел.: 7-499-236-44-14. E-mail: stepanovaua@mail.ru

Степанова Юлия Александровна – доктор мед. наук, старший научный сотрудник отдела лучевой диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Теплов Александр Александрович** – доктор мед. наук, профессор, заместитель директора ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Морозова Мария Владимировна** – аспирант кафедры лучевой диагностики ИПО ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва; **Грицкевич Александр Анатольевич** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения урологии ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Пьяникин Сергей Сергеевич** – младший научный сотрудник отделения урологии ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Чехоева Олеся Асхаровна** – младший научный сотрудник отделения ультразвуковых методов диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Карельская Наталья Александровна** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения лучевой диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Глотов Андрей Вячеславович** – младший научный сотрудник отделения патологической анатомии ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва.

Contact*: Yulia A. Stepanova – 117997, Moscow, B. Serpukhovskaya str., 27, A.V. Vishnevsky Institute of Surgery. Phone: +7-499-236-44-14. E-mail: stepanovaua@mail.ru

Yulia A. Stepanova – doct. of med. sci., the senior research of radiology methods of diagnostics and treatment department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Aleksandr A. Teplov** – doct. of med. sci., professor, Deputy Director of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Mariya V. Morozova** – postgraduate student of radiology department of IPE of I.M. Sechenov First Moscow state medical university, Moscow; **Aleksandr A. Gritskovich** – cand. of med. sci., the senior research of the Urology department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Sergey S. Pyanikin** – junior researcher of the Urology department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Olesya A. Chekhoeva** – junior researcher of ultrasound diagnostics department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Natalya A. Karelskaya** – cand. of med. sci., the senior research of Radiology department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Andrey V. Glotov** – junior research fellow of Patological Anatomy Department of A.V. Vishnevsky Surgery Institute, Moscow.



выбора в случае двустороннего опухолевого поражения, при единственной или одной функционирующей почке. Совершенствование современных методов диагностики привело к резкому повышению частоты выявления ранних стадий заболевания. Результаты исследований, сравнивающих нефрэктомии и резекции при здоровой контралатеральной почке, свидетельствуют о правомочности органосохраняющего подхода при небольших размерах опухоли и удобной для резекции локализации. В связи с этим в последнее время отмечается тенденция к более широкому использованию резекции почки при почечно-клеточном раке [15]. При наличии условий для безопасного проведения радикальной резекции опухоли *in situ* эта операция является методом выбора, поскольку обеспечивает хорошие отдаленные результаты с низкой частотой развития осложнений [16].

Альтернативой оперативному вмешательству, проводимому *in situ*, является экстракорпоральное удаление опухоли с последующей аутотрансплантацией почки в организм пациента [17]. Методика экстракорпоральной резекции почки (ЭКРП) с последующей аутотрансплантацией разработана для сохранения почечной функции у пациентов, имеющих облигатные показания к органосохраняющему лечению. Она выполняется при множественных очагах, опухолях больших размеров, труднодоступных для резекции локализаций [15]. Достоинством такого подхода являются значительное удобство для хирурга, наличие бескровного операционного поля, возможность более точной резекции с максимальным сохранением паренхимы почки, а также более аккуратной реконструкции почки. Соблюдение всех принципов резекции почки (контроль за сосудами, минимальное время ишемии, тщательный гемостаз и восстановление собирательной системы) позволяет добиться хороших функциональных результатов. Разработанная в ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России ЭКРП в условиях фармакохолодовой ишемии без пересечения мочеточника с последующей ортотопической аутотрансплантацией является эффективной и безопасной методикой органосохраняющего лечения больных почечно-клеточным раком. При этом около 40% из всех развившихся осложнений относятся к I степени тяжести осложнений и не несут витального риска. Данная методика позволяет выполнять резекции почки при внутривенной и центральной локализации опухоли, при вовлечении в опухолевый процесс сегмен-

тарных артерий и вен почки, при размерах опухоли более 40 мм [18].

Представляем собственное **клиническое наблюдение** пациента П., 33 лет, с сочетанием рака почки и удвоения НПВ.

Жалобы при поступлении не предъявляет.

Анамнез заболевания. В феврале 2016 г. больному в онкологическом учреждении проведено хирургическое лечение по поводу рака щитовидной железы I стадии T1N1M0 (тиреоидэктомия с лимфаденэктомией на шее слева с послеоперационной лучевой терапией радиоактивным йодом 11.02.2016). В апреле 2016 г. выявлен продолженный рост на шее слева, по поводу чего пациенту был проведен 1 курс радиодтерпии, без рецидива опухоли в дальнейшем. В ноябре 2016 г. при плановом обследовании было выявлено образование правой почки, которое ранее по данным ультразвукового исследования расценивали как кисту почки. Госпитализирован в урологическое отделение Института хирургии им. А.В. Вишневского для дообследования и определения тактики лечения.

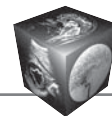
Осмотр при поступлении. Аускультативно дыхание везикулярное, проводится во все отделы, хрипов нет. Частота дыхательных движений 14 в 1 мин. Область сердца не изменена. Границы сердца не расширены. Тоны сердца ясные, ритм правильный. Шумов нет. Частота сердечных сокращений 74 в 1 мин. Артериальное давление 120/80 мм рт.ст. Пульс ритмичный, правильный, удовлетворительно-го наполнения и напряжения. Язык влажный, чистый. Живот не вздут, правильной формы, равномерно участвует в акте дыхания, при пальпации мягкий, безболезненный во всех отделах. Перитонеальных симптомов нет. Печень не выступает из-под края реберной дуги. Селезенка не пальпируется. Стул регулярный, оформленный, обычной окраски. Область почек визуально не изменена, мочеиспускание не нарушено, дизурии нет. Симптом поколачивания отрицательный с обеих сторон.

Данные инструментальных обследований.

Ультразвуковое исследование. В брюшной полости, забрюшинном пространстве, а также в малом тазу свободной жидкости не выявлено.

Печень увеличена в размерах: переднезадний размер правой доли – 182,8 мм, левой доли – 90,1 мм, контуры четкие ровные, структура паренхимы печени диффузно уплотнена.

Желчный пузырь деформирован за счет перегибков, визуализируется размерами 51,8 × 19,8 мм, в просвете определяется гиперэхогенный конкремент размером 5,2 мм, смещаемый при перемене пациентом положения тела, дающий акустическую тень, стенки уплотнены, не утолщены. Внутри- и внепеченочные желчные протоки не расширены. Нельзя



исключить, что в долевого протоке левой доли определяется конкремент, так как прослеживается не смещаемая акустическая тень. Гепатикохоледох визуализируется в воротах печени, диаметр его составляет 5,6 мм, просвет свободен.

Поджелудочная железа: головка – 30,9 мм, тело – 17,7 мм, хвост – 25,8 мм, контуры нечеткие, неровные, структура паренхимы диффузно уплотнена во всех отделах. Главный панкреатический проток (ГПП) не расширен.

Площадь селезенки 60 см², имеет четкие ровные контуры, структура паренхимы неоднородна за счет наличия в средней трети солидного образования округлой формы несколько повышенной эхогенности, диаметром 19,9 мм, с четкими и ровными контурами. При дуплексном сканировании кровотока в структуре данного образования не лоцируется.

Увеличенных регионарных лимфатических узлов не выявлено.

Правая почка визуализируется размерами 136,2 × 42,8 мм, с четкими ровными контурами, отчетливо прослеживается кортико-медуллярная дифференциация, паренхиматозный слой достаточно выражен – 14,6 мм, чашечно-лоханочная система (ЧЛС) не расширена, структуры уплотнены. Конкрементов не выявлено.

Левая почка визуализируется размерами 121,2 × 65,8 мм, с четкими ровными контурами, отчетливо прослеживается кортико-медуллярная дифференциация, паренхиматозный слой достаточно выражен – 21,6 мм, ЧЛС не расширена, структуры уплотнены. Конкрементов не выявлено. При оценке внутривисцерального кровотока сосудистый рисунок достаточно и равномерно выражен, показатели RI по сегментарным артериям в пределах нормальных значений. В верхней трети почки по внутреннему контуру определяется солидное образование размерами 42,2 × 36,4 мм, деформирующее контур почки, с четкими ровными контурами, неоднородно пониженной эхогенности (рис. 1). При дуплексном сканировании к внутреннему контуру образования прослеживается ход сегментарных артерий и вен, которые кровоснабжают образование. В структуре образования лоцируются единичные артерии с низкорезистентным кровотоком. При введении контрастного вещества Соновью образование активно накапливает его в артериальную фазу с выведением в отсроченную. Отмечается достаточно выраженная неоднородность накопления. Левая почечная артерия проходима, просвет ее полностью окрашивается. Прослеживаются две почечные вены, которые впадают в дополнительную НПВ, прослеживаемую от левой подвздошной вены вверх, далее эта вена впадает в основную НПВ, прослеживаемую от правой подвздошной вены, в которую также впадают две правые

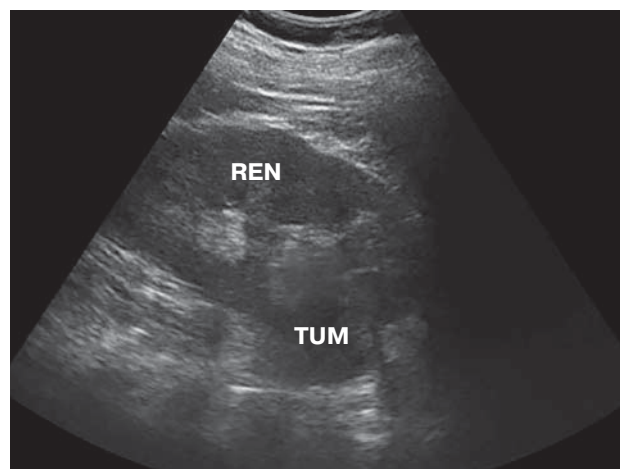


Рис. 1. УЗ-изображение опухоли (TUM) левой почки (REN) в В-режиме.

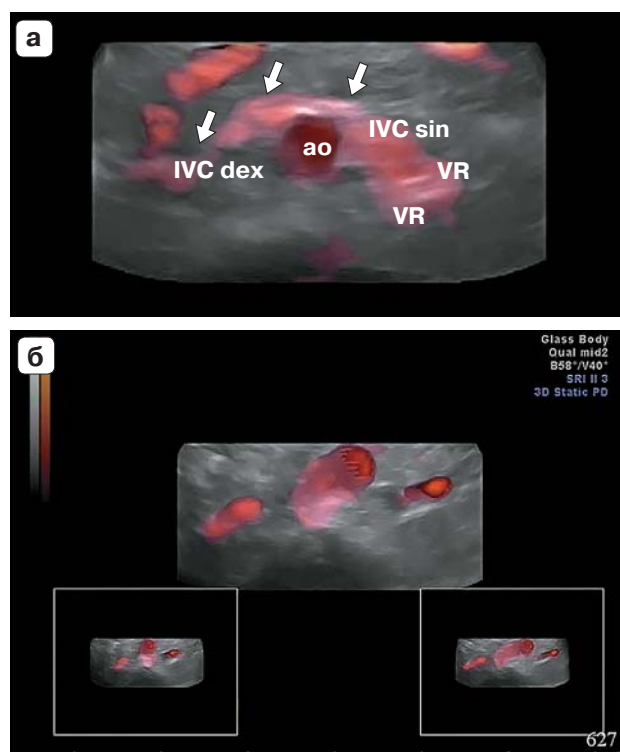
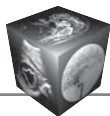


Рис. 2. Трехмерная реконструкция УЗ-изображения в режиме ангиографии. а – слияние левой НПВ с правой НПВ впереди от аорты (указано стрелками) (ao – аорта, IVC dex – правая НПВ, IVC sin – левая НПВ, VR – почечная вена); б – две НПВ по обе стороны от аорты на инфраренальном сегменте.

почечные вены (рис. 2). Локальных гемодинамически значимых изменений линейной скорости кровотока по этим венам не выявлено.

Заключение: гипervasкулярная опухоль верхней трети левой почки (наиболее вероятно, светлоклеточный рак). Удвоение НПВ, почечных вен с обеих сторон. Увеличение и диффузные изменения парен-



химии печени. Хронический калькулезный холецистит. Нельзя исключить холангиолитиаз. Хронический панкреатит. Спленомегалия. Очаговое образование в селезенке, наиболее вероятно, является гемангиомой.

Компьютерная томография органов брюшной полости и грудной клетки. Грудная клетка симметрична. Газ и жидкости в плевральных полостях не определяется. Легочный рисунок сосудистого типа, пневматизация паренхимы не изменена. Отмечается высокое стояние левого купола диафрагмы, в наддиафрагмальных отделах $S_{V, VIII, IX}$ слева уплотнение легочной паренхимы с воздушными просветами бронхов в структуре (гиповентиляция). Субплеврально в заднебазальных отделах обоих легких легочная паренхима уплотнена по типу “матового стекла” с наличием нежной тяжистости.

Трахея, главные, сегментарные бронхи проходимы, стенки субсегментарных бронхов уплотнены, внутрибронхиального секрета не определяется. Сердце обычной конфигурации, перикард тонкий, жидкости в перикарде не определяется. Ширина магистральных сосудов: восходящий отдел аорты 30 мм, нисходящий отдел аорты 26 мм, легочный ствол 31 мм.

Лимфатические узлы средостения: верхние паратрахеальные размером до 6 мм, аортопульмонального окна – до 8 мм, нижние паратрахеальные – до 7 мм, бифуркационные – 9 мм.

Свободной жидкости в брюшной полости не выявлено.

Печень расположена обычно, размерами $20 \times 11 \times 18$ см, не увеличена, контур ее ровный. Плотность паренхимы печени 50 ед.Н в нативной фазе. Сосудистый рисунок не дифференцируется. При контрастировании накапливает контрастный препарат до 83 ед.Н. Очаговых образований в печени не выявлено.

Анатомия артерий гепатодуоденальной зоны типичная. Воротная вена определяется диаметром 15 мм, селезеночная вена – 11 мм, верхняя брыжечная вена – 15 мм.

Желчный пузырь расположен обычно, поперечный размер 18 мм, стенка пузыря не утолщена, плотность содержимого 22 ед.Н. В шейке пузыря определяется рентгенконтрастный конкремент размером до 4,8 мм, в пузырном протоке конкремент 6 мм. Внутри- и внепеченочные желчные протоки не расширены, холедох диаметром 6,5 мм. Лимфатические узлы гепатодуоденальной связки определяются размером до 9 мм.

Поджелудочная железа правильно расположена, размерами: головка – 2,4 см, тело – 2,3 см, хвост – 2,3 см. Строение железы дольчатое, контуры четкие, плотность паренхимы железы и параметры контрастирования не изменены. Очаговых образований не выявлено. ГПП не расширен. Парапанкреатическая клетчатка не изменена.

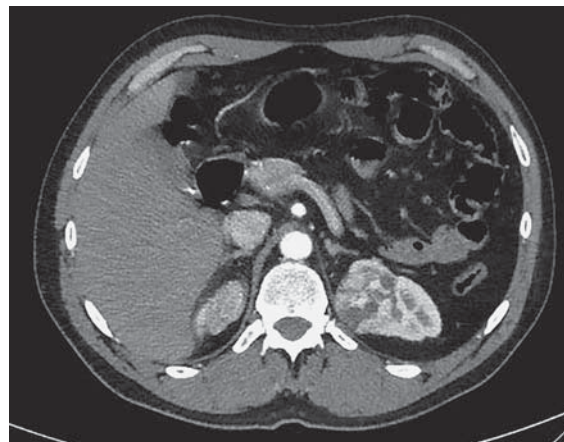


Рис. 3. КТ-изображение интрамуральной опухоли левой почки в артериальную фазу исследования.

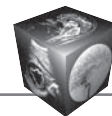
Селезенка обычной формы, с ровными четкими контурами, размеры несколько увеличены – $13 \times 4,7 \times 10$ см. Селезеночный индекс 611. Плотность не изменена (50 ед.Н). Параметры контрастирования не изменены. В артериальную фазу в средней трети, ближе к латеральной поверхности, определяется гиперконтрастное образование округлой формы с ровными четкими контурами, диаметром 14,4 мм, плотностью 160 ед.Н, в остальные фазы исследования образование изоденсно паренхиме селезенки. В воротах селезенки определяются добавочные дольки диаметром до 9 мм.

Желудок заполнен жидкостью, дополнительных образований не определяется. Кишечник заполнен содержимым, среди визуализированных отделов дополнительных образований не выявляется. В брыжейке тонкой кишки множественные преимущественно мелкие (до 8 мм) лимфатические узлы.

Надпочечники обычно расположены, не изменены.

Почки обычной формы, размеров, расположения. Объем паренхимы правой почки не изменен, очаговых изменений в паренхиме нет, накопление и экскреция контрастного вещества не изменены. ЧЛС почки не расширена, мочеточник в верхних $2/3$ не расширен, не изменен.

В верхнем полюсе левой почки трансмурально расположено солидное образование размерами $47 \times 37 \times 38$ мм, деформирующее контур почки, прилежит к чашечкам верхней группы, медиальным контуром интимно прилежит к диафрагме. Образование активно негетерогенно накапливает контрастный препарат до 184 ед.Н в артериальную фазу (рис. 3). Перинефральная клетчатка над верхним полюсом образования тяжиста. Определяется удвоение левой почечной артерии, добавочная почечная артерия верхнего полюса почки отходит от аорты на 19 мм краниальнее основной, диаметром 2,2 мм.



Определяется удвоение НПВ, конfluence вен на уровне правой почечной вены, две вены левой почки дренируются в левую НПВ, удвоение вен правой почки, дренируются в основную полую вену (рис. 4). Ретроперитонеальные лимфатические узлы (парааортальные, аортокаваальные) на уровне почечных сосудов не изменены.

Очагов остеолита на уровнях сканирования не выявлено.

Заключение: опухоль верхнего полюса левой почки (Сг). Удвоение НПВ. Добавочная малого калибра почечная артерия верхнего полюса левой почки. Конкременты в желчном пузыре и пузырном протоке. Гиперваскулярное образование селезенки, наиболее соответствует гемангиоме. Спленомегалия.

Высокое стояние левого купола диафрагмы. Гиповентиляция наддиафрагмальных отделов $S_{V, VIII, IX}$ слева, при наличии клинической картины нельзя исключить инфильтративные изменения.

Эзофагогастродуоденоскопия. Эндоскопические признаки грыжи пищеводного отверстия диафрагмы. Диффузный гастрит.

Цветовое дуплексное сканирование вен нижних конечностей. Патологических изменений не выявлено.

По данным обследования поставлен диагноз: рак левой почки I стадии T1bNxM0.

Выполнено оперативное вмешательство: экстракорпоральная резекция левой почки в условиях фармакохолодовой ишемии (кустодиол + ледовая крошка) без пересечения мочеточника, резекция средней группы чашечек, стентирование левых мочевых путей, реимплантация левой почки, парааортальная лимфаденэктомия, дренирование брюшного пространства.

В положении больного на спине с валиком под реберной дугой выполнена L-образная лапаротомия. Выполнена аортокавальная лимфаденэктомия. С техническими трудностями, связанными с инфильтративными процессами, произведена мобилизация левой почки. Произведено удаление паранефральной клетчатки с сохранением клетчатки левого надпочечника. В верхнем полюсе левой почки определяется трансмурально расположенное солидное образование размерами $47 \times 37 \times 38$ мм, деформирующее контур почки, медиальным контуром интимно прилежащее к диафрагме. Принимая во внимание отсутствие данных о генерализации онкологического процесса, принято решение о продолжении органосохраняющего лечения. Однако локализация опухоли делает возможным лишь экстракорпоральное резекционное вмешательство в условиях фармакохолодовой ишемии.

Удалена клетчатка из области ворот почки. Три почечные артерии выделены и лигированы. Тепловая

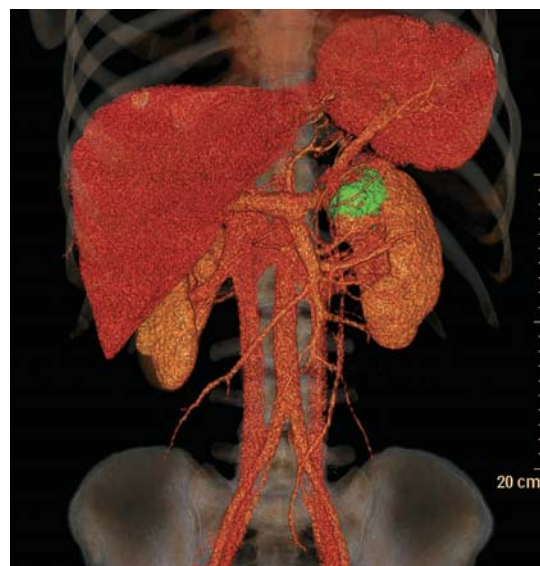


Рис. 4. Трехмерная КТ-реконструкция органов и сосудов брюшной полости и брюшного пространства (зеленым цветом помечена опухоль левой почки).

ишемия почки не более 4 мин. В просвет артерий введена канюля, наложено промывание почечных сосудов и паренхимы раствором кустодиола (200,0 мл) с использованием холода (подтаявший лед). Почки с лигированными на сосудистых зажимах сосудами и непересеченным левым мочеточником перемещены в специальный лоток, в котором выполнена резекция левой почки. Отступая 0,5 см от опухоли выполнена резекция паренхимы. Опухоль сдавливает сегментарные артерии и вены, которые резецированы. Выполнено лигирование мелких пересеченных артерий и вен паренхимы почки с применением микрохирургической техники. В дефект средней группы чашек введен интегральный стент. Трехрядное ушивание дефекта почечной паренхимы. Ушивание проводили с дотациями кустодиола в просвет артерии и вены. Дефект собирательной системы ликвидирован непрерывным швом. Сформирован сосудистый анастомоз между культей почечной артерии, протезом и аортой на 2 см ниже старого устья. Сформирован вено-венозный анастомоз со старым устьем. Пущен кровоток по аорте и почечным сосудам. Восстановлен кровоток по сосудистой системе левой почки. Время холодовой ишемии 39 мин, суммарное время ишемии 43 мин. Восстановление целостности брюшного пространства.

Данные **гистологического исследования** удаленного образования (рис. 5): опухоль почки на большом протяжении представлена светлоклеточным почечно-клеточным раком, grade 1, с небольшими участками grade 2 (рис. 6, а). Опухоль с очагами кровоизлияния, кистообразованием (рис. 6, б) – стенки кист имеют участки сохранной выстилки из светлых опухолевых

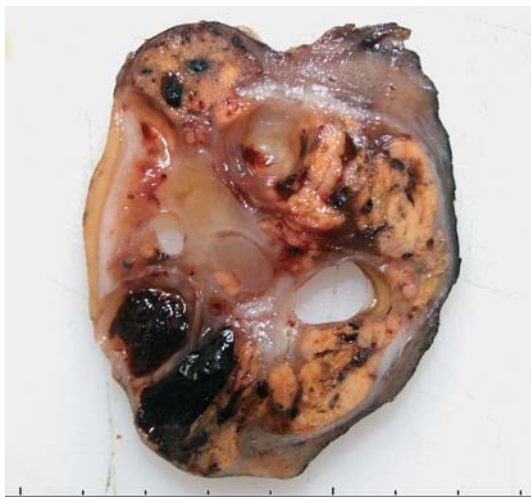
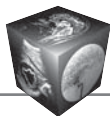


Рис. 5. Макропрепарат опухоли на разрезе.

клеток. Опухоль имеет тонкую фиброзную псевдокапсулу, определяется выбухание опухоли под собственной капсулой почки без ее прорастания и выхода в паранефральную клетчатку. Расстояние до края резекции ткани почки на отдельных участках менее 0,1 см, без признаков наличия опухоли в крае резекции.

Заключение: светлоклеточный почечно-клеточный рак левой почки, grade 2. pT1a pNx cM0; M8310/3, G2; L0, V0; R0.

Заключение морфологов по пересмотру **гистологических препаратов опухоли щитовидной железы**. В готовых гистологических препаратах (№ 38982-87/2015г – 2 стекла) – фрагменты опухоли, представленной папиллярным раком с единичными микрокальцинами, кистообразованием. В представленных фрагментах среди структур опухоли и по периферии определяются участки лимфоидной ткани. Вероятно, фрагменты принадлежат лимфатическим узлам с метастазами папиллярного рака, с массивным замещением опухолью. При сравнении с препаратами

опухоли почки № 29639-29651/16 опухоли имеют разное гистологическое строение.

Таким образом, у больного верифицированы две различные морфологические формы рака: светлоклеточный почечно-клеточный рак и папиллярный щитовидной железы.

Течение послеоперационного периода гладкое.

При контрольном ультразвуковом исследовании в забрюшинном пространстве и в малом тазу жидкости не выявлено. При динамическом наблюдении внутриоргана кровотока отмечали постепенную “прорисовку” сосудистого рисунка во всех отделах почки (что связано с разрешением сосудистого спазма по внутриорганным сосудам в зоне резекции). Показатели RI по внутриорганным сегментарным артериям регистрировали в пределах нормальных значений.

Представленное клиническое наблюдение сочетания рака почки с удвоением НПВ имеет своей особенностью наличие у пациента первично-множественного синхронного рака, что делает необходимым более тщательное обследование больного. Также было выявлено удвоение почечных вен с обеих сторон и удвоение левой почечной артерии. Чаще всего внутрипаренхиматозное расположение опухоли не позволяет выполнить органосохраняющую операцию в связи с необходимостью резекции сегментарных сосудов, чашек и лоханки почки, что удлиняет время тепловой ишемии. Проведение ЭКРП в условиях фармакохолодовой ишемии позволяет расширить показания к органосохраняющему лечению больных с локализованным раком почки. Однако длительная холодовая ишемия и последующие сосудистые реконструкции требуют динамического наблюдения за функциональным состоянием почки.

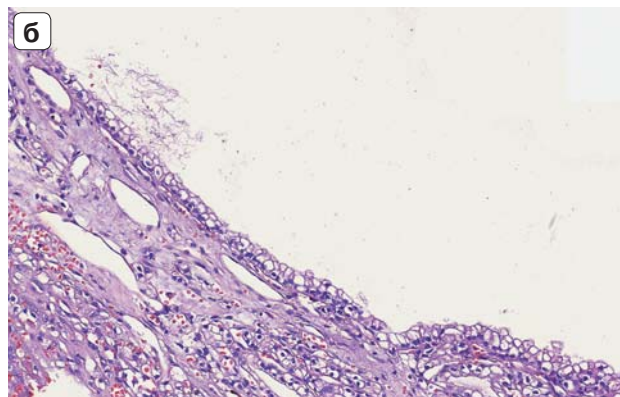
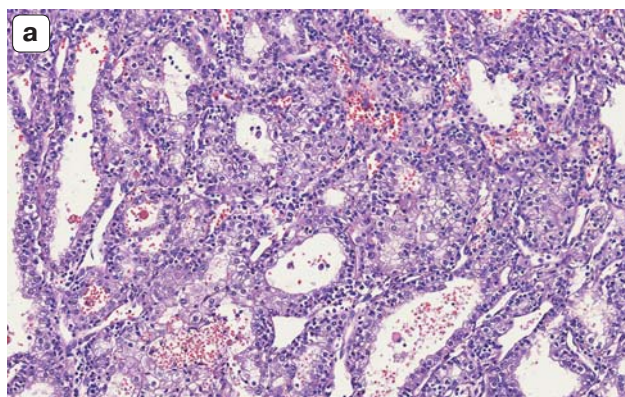
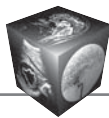


Рис. 6. Микропрепараты, окраска гематоксилином и эозином. $\times 200$. а – светлоклеточный почечно-клеточный рак, Grade 2; б – опухоль с кистообразованием – стенки кист имеют участки сохранной выстилки из светлых опухолевых клеток.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-44-52

Компьютерная томография в оценке глубины опухолевой инвазии рака ободочной кишки

Бекетова О.Г.*, Силантьева Н.К., Березовская Т.П.

Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский радиологический центр» Минздрава России, Обнинск, Россия

CT in the Assessment of the Depth of Tumor Invasion of Colon Cancer

Beketova O.G.*, Silanteva N.K., Berezovskaya T.P.

A. Tsyb Medical Radiological Research Centre – branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation, Obninsk, Russia

Цель исследования: изучить симптомы опухолевого поражения ободочной кишки и определить компьютерно-томографические (КТ) критерии для оценки глубины опухолевой инвазии у больных раком ободочной кишки.

Материал и методы. Проанализированы КТ-данные 121 больного раком ободочной кишки. Все больные были радикально прооперированы и КТ-данные сопоставлены с результатами морфологического исследования. Стадирование проводили по классификации TNM (7-я редакция, 2009).

Результаты. Проведена оценка КТ-симптомов опухолевого поражения в сравнении с данными патоморфологической категории Т (pT): вид опухоли, ее структура, состояние наружного контура кишки на уровне опухоли, состояние окружающей клетчатки и ее денситометрическая плотность, наличие изображения жировой клетчатки между опухолью и прилежащими органами и тканями, КТ-признаки инвазии злокачественного процесса в соседние органы и прилежащие структуры. Для опухолей с внекишечным ростом (категории Т3–4) характерны КТ-симптомы: опухоли неоднородной структуры ($p < 0,001$) с нечетким наружным контуром кишки в зоне поражения ($p < 0,05$), наличие изменения окружающей опухоль параколической клетчатки, плотность которой более $-76,95$ ед.Н, признаки инвазии в соседние органы при категории Т4. Диагностическая эффективность КТ при определении категории Т3–4 составила: точность – 90,9%, чувствительность – 93,6%, специфичность – 81,5%.

Заключение. КТ является высокоинформативным методом для определения внеорганного распространения рака ободочной кишки, что позволяет на дооперационном этапе определить объем хирургического лечения и скорректировать тактику лечения.

Ключевые слова: компьютерная томография, предоперационная диагностика, рак ободочной кишки.

Ссылка для цитирования: Бекетова О.Г., Силантьева Н.К., Березовская Т.П. Компьютерная томография в оценке глубины опухолевой инвазии рака ободочной кишки. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 44–52.

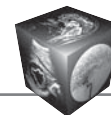
DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-44-52.

Objective: to study the symptoms of tumor lesions of colon and to determine the CT criteria for assessing the depth of tumor invasion in patients with colon cancer.

Materials and methods. CT data were analyzed at 121 patients with colon cancer. All patients were fully resected and CT data were compared with data of morphological studies. Staging was performed according to TNM classification 7th ed. (2009).

Results. We evaluated CT symptoms of tumor lesions in comparison with the data of pathological category T (pT): type of tumor, its structure, the condition of the external colon contour, the state of paracolon fat and its density, the presence of fat image between the tumor and adjacent organs and tissues, CT signs of invasion of malignant process in the neighboring organs and adjacent structures. For tumors with extraintestinal growth (T3–4 category) are characteristic CT symptoms: tumor heterogeneous structure ($p < 0.001$) with a fuzzy outer contour of the colon in the affected area ($p < 0.05$), the presence of changes in the paracolon fat whose density $-76,95$ HU and more, the invasion into adjacent organs at T4 category. The diagnostic efficiency of CT in determining T3–4 category was as follows: 90.9% accuracy, sensitivity 93.6%, specificity of 81.5%.

Conclusions. Computed tomography is a highly informative method for determining extraorgan spread of



colon cancer, which allows to determine the amount of preoperative surgical treatment and adjust treatment tactics.

Key words: computed tomography, preoperative diagnosis, colon cancer.

Recommended citation: Beketova O.G., Silanteva N.K., Berezovskaya T.P. CT in the Assessment of the Depth of Tumor Invasion of Colon Cancer. *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 44–52.

DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-44-52.

Введение

При определении тактики лечения больных раком ободочной кишки перед онкологом встает ряд вопросов, в частности целесообразность, объем и доступ хирургического вмешательства, нужно ли применять адъювантную или неоадъювантную терапию и др., решение которых основывается на оценке местного распространения злокачественного процесса [1, 2]. Компьютерная томография (КТ) – это один из ведущих методов решения таких задач [3–6]. Однако, несмотря на многочисленные исследования возможностей КТ в стадировании рака ободочной кишки [3, 6, 7–11], нет единого мнения о диагностических критериях оценки глубины опухолевой инвазии относительно стенки кишки.

Цель исследования

Изучение симптомов опухолевого поражения ободочной кишки и определение КТ-критериев для оценки глубины опухолевой инвазии у больных раком ободочной кишки.

Материал и методы

В исследование был включен 121 больной в возрасте от 29 до 88 лет (73 (60,3%) женщины, 48 (39,7%) мужчин) с гистологически верифицированным раком ободочной кишки различной локализации: слепая кишка – 32 (26,5%) больных, восходящий отдел – 17 (14,0%), печеночный угол – 12 (9,9%), поперечный отдел – 8 (6,6%), селезеночный угол – 10 (8,3%), нисходящий отдел – 4 (3,3%), сигмовидная кишка – 38 (31,4%). Стади-

рование злокачественного процесса проводили в соответствии с Международной классификацией по системе TNM (7-я редакция, 2009). КТ-исследование выполняли на мультисрезовых компьютерных томографах Somatom Emotion 6 и Sensation Open (Siemens) с предварительным пероральным контрастированием кишечника 2% водорастворимым контрастным веществом Урографин (98 (81%) больных) или заполнением просвета кишки комнатным воздухом непосредственно перед исследованием (23 (19%) больных). КТ-исследование проводили с болюсным введением раствора неионного йодосодержащего контрастного средства в объеме 100–120 мл со скоростью введения до 3,5 мл/с. При постпроцессорной обработке КТ-данных для уточнения взаимоотношения опухоли с окружающими структурами использовали мультипланарные реконструкции (MPR) в коронарной и сагиттальной проекциях. Всем больным было проведено радикальное оперативное лечение.

Для вычисления достоверно значимых различий с уровнем значимости не менее $p < 0,05$ применяли критерий χ^2 , точный критерий Фишера, ROC-анализ, отношение шансов.

Для оценки диагностической эффективности КТ вычисляли число истинно положительных, истинно отрицательных, ложноположительных и ложноотрицательных результатов. На основе этих показателей определяли операционные характеристики (чувствительность и специфичность) и вспомогательные критерии информативности метода (точность, прогностичность положительного и отрицательного результатов). Референтным диагнозом служили заключения морфологического исследования операционного материала 121 больного.

Результаты

Для анализа полученных данных был применен следующий алгоритм: визуализация опухоли, определение КТ-симптомов опухолевого поражения, оценка глубины опухолевой инвазии относительно стенки кишки, определение КТ-симптомокомп-

Для корреспонденции*: Бекетова Ольга Геннадьевна – 249036 Калужская область, Обнинск, ул. Королева, 4. Отделение компьютерной томографии МРНЦ им. А.Ф. Цыба. Тел: +7-484-399-33-03. E-mail: life0813@mail.ru

Бекетова Ольга Геннадьевна – научный сотрудник отделения компьютерной томографии МРНЦ им. А.Ф. Цыба, Обнинск; **Силантьева Наталья Константиновна** – доктор мед. наук, заведующая отделением компьютерной томографии МРНЦ им. А.Ф. Цыба, Обнинск; **Березовская Татьяна Павловна** – доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник отделения магнитно-резонансной томографии МРНЦ им. А.Ф. Цыба, Обнинск.

Contact*: Olga G. Beketova – 249036, Koroleva str., 4, Obninsk, Kaluga region. CT department of A. Tsyb MRRC. Phone: +7-484-399-33-03. E-mail: life0813@mail.ru

Olga G. Beketova – research scientist of CT department of A. Tsyb MRRC, Obninsk; **Natalia K. Silanteva** – doct. of med. sci., chief of CT department of A. Tsyb MRRC, Obninsk; **Tatiana P. Berezovskaya** – doct. of med. sci., professor, chief research scientist of MRI department of A. Tsyb MRRC, Obninsk.

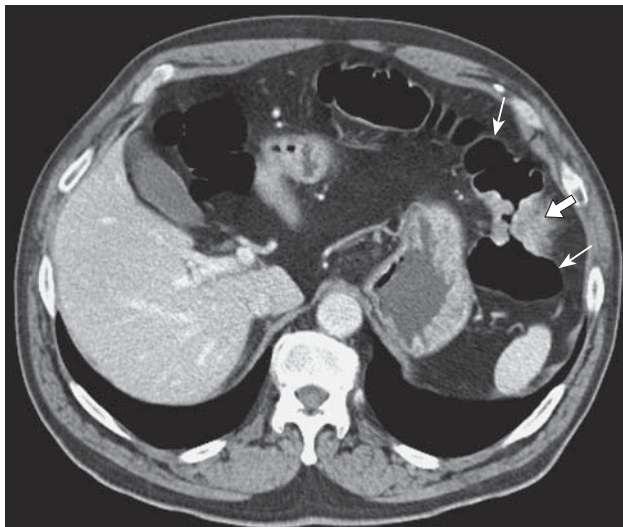


Рис. 1. КТ-изображение органов брюшной полости. Определение границ опухолевого поражения на основании разной толщины пораженной (стрелка) и неизменной (тонкая стрелка) стенки кишки.

лексов категорий Т, оценка диагностической эффективности КТ.

При определении уровня опухолевого поражения ободочной кишки на КТ-изображениях ориентировались на границу между патологически утолщенной и неизменной стенками кишки (нормальная толщина стенки не должна превышать 0,4 см) (рис. 1) [3, 5, 12, 13]. Толщина стенки в зоне поражения составила от 0,9 до 7,8 см (в среднем $2,7 \pm 1,6$ см), протяженность опухолевого поражения по длиннику кишки – от 2,0 до 12,0 см (в среднем $5,4 \pm 2,1$ см). Протяженность опухолевого поражения по длиннику кишки измеряли не только по аксиальным срезам, но и на MPR. Протяженность опухолей, локализирующихся в восходящем и нисходящем отделах ободочной кишки, лучше оценивать в сагиттальной проекции, а в поперечном и сигмовидном отделах – во фронтальной проекции.

При анализе данных КТ мы изучали следующие симптомы: вид опухоли, ее структуру, состояние наружного контура кишки на уровне опухоли, состояние окружающей клетчатки и ее денситометрическую плотность, наличие изображения жировой клетчатки между опухолью и прилежащими органами и тканями, КТ-признаки инвазии злокачественного процесса в соседние органы и прилежащие структуры. При решении вопроса о возможности применения химиотерапии и необходимости хирургического лечения принципиально важным является определение наличия или отсутствия прорастания всей толщи стенки кишки. Поэтому для оценки глубины опухолевой инвазии

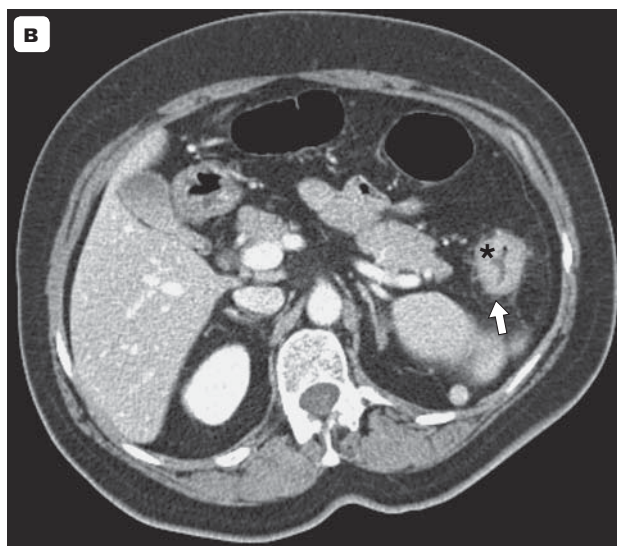
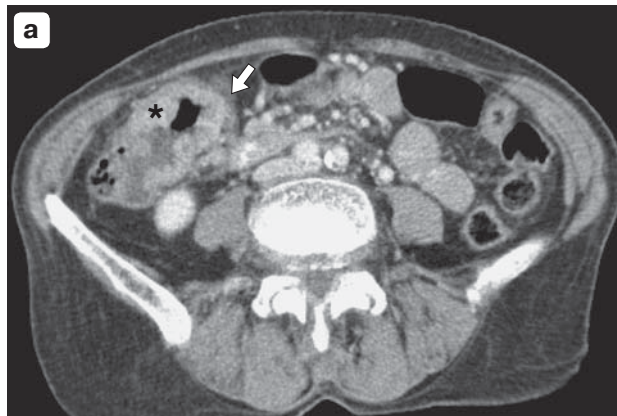
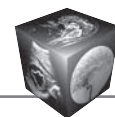


Рис. 2. КТ-изображения органов брюшной полости. а – рак слепой кишки. Опухоль определяется в виде неравномерного утолщения стенки кишки (*), с нечетким наружным контуром (стрелка); б – рак слепой кишки. Опухоль определяется в виде мягкотканного образования неправильной округлой формы, неоднородной структуры (*), с четким наружным контуром (стрелка); в – рак селезеночного угла ободочной кишки. Опухоль визуализируется в виде равномерного утолщения стенки кишки, однородной структуры (*), с нечетким наружным контуром (стрелка).



КТ-симптомы категории рТ рака ободочной кишки

КТ-симптомы	Количество больных, абс.		Отношение шансов (95% ДИ)	p
	категория Т1–2	категория Т3–4		
Вид опухоли:				
неравномерное утолщение стенки кишки	16	72	2,4	<0,1
мягкотканное образование	10	19		
равномерное утолщение стенки кишки	1	3	–	
Структура опухоли:				
неоднородная	4	59	9,7	<0,0001
однородная	23	35	[3,1–30,3]	
Наружный контур кишки:				
нечеткий	20	89	6,2	<0,005
четкий	7	5	[1,8–21,6]	
Денситометрическая плотность клетчатки, ед.Н	–86,2 ± 15,6	–65,5 ± 18,5		<0,01

относительно стенки кишки всех больных разделили на 2 группы:

1) больные с опухолями, ограниченными стенкой кишки (категории Т1–2);

2) с опухолями, прорастающими все слои стенки кишки и распространяющимися в окружающую клетчатку и/или соседние органы (категории Т3–4).

Вид опухолей. Опухоли ободочной кишки в основном отображались в виде трех типов. Неравномерное утолщение стенки ободочной кишки в зоне опухоли (рис. 2, а) выявлено у 88 (72,7%) больных, при этом наиболее часто (79,1%) такие опухоли встречались при категории рТ3–4. Опухолевое поражение в виде патологического мягкотканного образования неправильной формы (рис. 2, б) встречалось реже (у 29 (24,0%)) и у 65,5% из них была диагностирована категория рТ3–4. Равномерное утолщение стенки кишки в зоне опухолевого поражения (рис. 2, в) было отмечено только у 4 (3,3%) больных. Зависимости “КТ-типа опухоли” от морфологической глубины ее инвазии относительно стенки кишки не выявлено, имеется лишь небольшая тенденция к увеличению доли больных с КТ-изображением опухолей в виде неравномерного утолщения ее стенки ($p < 0,1$) (см. таблицу).

Структура опухоли. При оценке структуры опухоли на КТ-изображениях ее однородность была отмечена у 58 (47,9%) (см. рис. 2, в), неоднородность за счет наличия участков пониженной плотности неправильной формы с нечеткими контурами – у 63 (52,1%) больных (см. рис. 2, б). Чем более была выражена глубина опухолевой инвазии относительно стенки кишки (рТ3–4), тем чаще встречались опухоли с неоднородной структурой ($p < 0,0001$) (см. таблицу).

Состояние наружного контура кишки в зоне опухолевого поражения. Нечеткий наружный

контур кишки в области опухолевого поражения был отмечен у 109 (90,1%) (см. рис. 2, в), четкий – у 12 (9,9%) больных (см. рис. 2, б). Частота встречаемости КТ-симптома неровного наружного контура кишки в зоне опухоли возрастала при распространении процесса ($p < 0,005$) (см. таблицу).

Состояние параколической клетчатки. Был проведен специальный анализ состояния окружающей опухоль параколической клетчатки. С этой целью мы изучили денситометрическую плотность клетчатки на уровне опухоли. Измерение плотности клетчатки проводили эллипсом на нативной фазе КТ-исследования с вычислением среднего значения. Для определения показателя неизменной параколической клетчатки мы измеряли ее плотность на контралатеральной стороне (рис. 3). Для оценки всех анализируемых структур

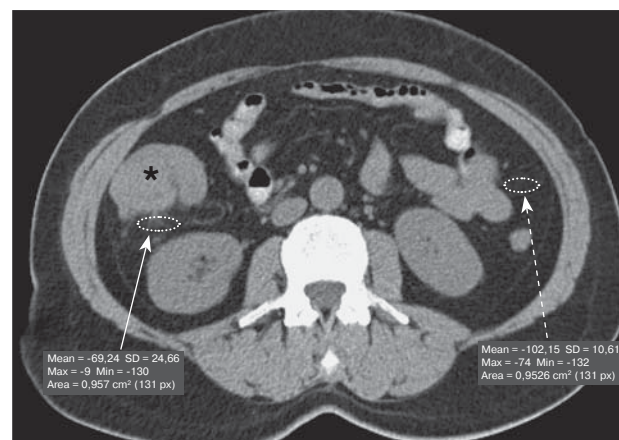


Рис. 3. КТ-изображение органов брюшной полости. Рак восходящего отдела ободочной кишки (*). Измерение денситометрической плотности измененной (стрелка) и нормальной (пунктирная стрелка) параколической клетчатки.

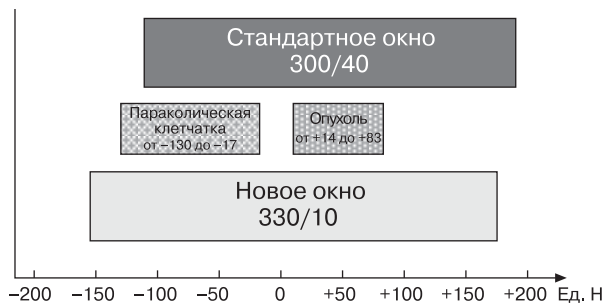
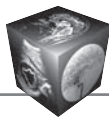


Рис. 4. Схема границ окон для анализа КТ-изображений у больных раком ободочной кишки. Стандартное окно (черный прямоугольник): 300/40 (от -110 до $+190$ ед.Н). Используемое новое окно (серый прямоугольник): 330/10 (от -155 до $+175$ ед.Н). Зона денситометрической плотности параколической клетчатки от $-130,8$ до $-17,5$ ед.Н (прямоугольник в точку), зона денситометрической плотности опухоли от $+14,2$ до $+83,2$ ед.Н (прямоугольник в клетку).

(параколическая клетчатка, опухоль, окружающие органы, лимфатические узлы) на КТ-сканах мы изменили стандартные параметры окна (рис. 4) и использовали окно с шириной 330, центром 10.

Денситометрическая плотность клетчатки в зоне опухолевого поражения составила от $-120,1$ до $-17,5$ ед.Н, в среднем $-70,1 \pm 19,8$ ед.Н. Денситометрическая плотность жировой клетчатки вокруг непораженного отдела ободочной кишки на контралатеральной стороне составила от $-130,8$

до $-69,8$ ед.Н, в среднем $-104,1 \pm 10,9$ ед.Н, что соответствует данным литературы: от -100 до -65 ед.Н [14]. Мы сопоставили полученные данные денситометрической плотности окружающей опухоль клетчатки с морфологической категорией рТ (см. таблицу) и отметили, что при увеличении категории рТ денситометрическая плотность возрастала. Применив ROC-анализ (рис. 5, а), определили пороговое значение денситометрической плотности, которое составило $-76,95$ ед.Н (чувствительность 79,8%, специфичность 77,8%). Далее всех больных разделили на 2 группы согласно пороговому значению. В первую группу (категория Т1–2) были включены больные, у которых денситометрическая плотность параколической клетчатки в зоне опухолевого поражения была менее $-76,95$ ед.Н, во вторую группу (категория Т3–4) – с плотностью клетчатки более $-76,95$ ед.Н. При дальнейшем ROC-анализе этих групп в сравнении с морфологической категорией рТ (рис. 5, б) площадь под кривой составила 0,788 (95% ДИ: 0,685–0,890), что является хорошим показателем качества модели согласно общепризнанным интервалам распределения.

Изображение окружающей жировой клетчатки. Для оценки КТ-симптомов распространения опухоли на окружающие органы и структуры мы анализировали наличие или отсутствие изображения жировой клетчатки между пораженной

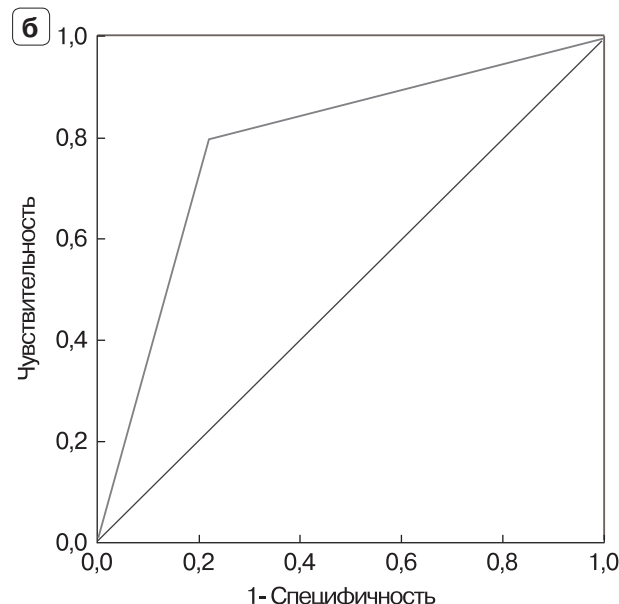
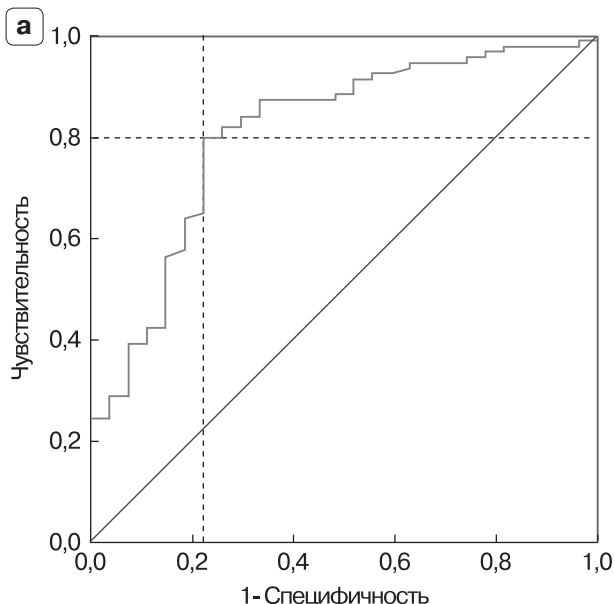
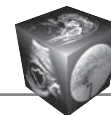


Рис. 5. ROC-анализ денситометрической плотности параколической клетчатки в зоне опухоли. а – ROC-анализ денситометрической плотности параколической клетчатки в сравнении с морфологической категорией рТ. На пересечении пунктирных линий (чувствительность 0,798; 1 – специфичность 0,222) располагается пороговое значение денситометрической плотности $-76,95$ ед.Н; б – ROC-анализ КТ-категории Т, выставленной на основании порогового значения денситометрической плотности параколической клетчатки, и морфологической категории рТ; площадь под кривой 0,788.



опухолью стенкой кишки и прилежащими органами/структурами. У 13 (10,7%) больных выявили отсутствие изображения клетчатки между опухолью и мышцами брюшной стенки (5 наблюдений), маткой и/или придатками (3 наблюдения), поджелудочной железой (1 наблюдения), желудком (2 наблюдения), печенью (2 наблюдения). Распространение опухоли через брюшину отметили у 3 (2,5%) больных: в клетчатку бокового канала (2 наблюдения) и клетчатку забрюшинного пространства (1 наблюдение). Терминальный отдел подвздошной кишки, стенки которого были неравномерно утолщены, был вовлечен в опухолевый процесс у 7 (5,8%) больных, червеобразный отросток был вовлечен в опухолевый процесс у 1 (0,8%) больного. В целом симптомы, свидетельствующие о вовлечении окружающих органов и структур, выявлены у 24 (19,8%) больных.

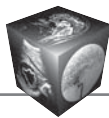
На основании проведенного анализа КТ-симптомов опухолевого поражения мы выделили симптомокомплексы категории Т при раке ободочной кишки. Для **категории Т1–2** на КТ-сканах характерно наличие опухоли ободочной кишки однородной структуры с четким наружным контуром кишки, отсутствием изменений в окружающей клетчатке, денситометрическая плотность которой менее $-76,95$ ед.Н, и наличием изображения жировой клетчатки между опухолью и окружающими структурами. При **категории Т3–4** на КТ-изображениях определяется опухоль неоднородной структуры с нечетким наружным контуром кишки, наличием изменений в параколической клетчатке, денситометрическая плотность которой более $-76,95$ ед.Н, наличием (при категории Т3) или отсутствием (при категории Т4) изображения жировой прослойки между опухолью и прилежащими органами, инвазией опухоли в окружающие структуры и органы при категории Т4.

Для верификации разработанного КТ-симптомокомплекса внекишечного роста рака ободочной кишки (категории Т3–Т4) эти данные сопоставили с морфологическими заключениями. Истинно положительные ответы были получены в 88 наблюдениях, истинно отрицательные – в 22, ложноположительные – в 5, ложноотрицательные – в 6. Таким образом, точность КТ в определении внекишечного роста опухоли (категории Т3–Т4) составила 90,9%, чувствительность 93,6%, специфичность 81,5%, прогностичность положительного результата 94,6%, прогностичность отрицательного результата 78,6%.

Обсуждение

Основой правильно выбранной тактики лечения является точное дооперационное стадирование.

КТ – это один из наиболее изученных и широко распространенных методов для выявления и стадирования рака ободочной кишки [3–6, 10, 15]. Однако данные литературы о диагностической эффективности КТ в стадировании рака по категории Т противоречивы: чувствительность 68–100%, специфичность 33–100% [9–11, 15–17]. Такой разброс показателей можно объяснить разными подходами авторов к трактовке полученных КТ-результатов, а также ограничением КТ в дифференциации слоев стенки кишки и соответственно трудностями в определении глубины инвазии в стенку. I.H. Lao и соавт. отмечали, что отсутствуют изменения в стенке кишки на КТ-изображениях при инвазии в подслизистый слой (категория Т1) [16]. В своем исследовании мы, как и большинство авторов [2, 4, 8, 18], не стремились разграничить категории Т1 и Т2, а, наоборот, объединили их в одну группу – опухоли, ограниченные стенкой кишки. Другая группа, которую мы выделили, это опухоли с внекишечным ростом, при которых отмечаются инвазия всех слоев стенки кишки и распространение в окружающую клетчатку без (категория Т3) или с прорастанием в соседние органы/структуры (категория Т4). При наличии КТ-картины инвазии опухоли в прилежащие органы диагноз не вызывает сомнений. Трудности могут возникать при определении категории Т3 и дифференциации ее от категории Т2. Многими авторами категория Т3 выставляется при наличии на КТ-сканах уплотнения окружающей клетчатки (симптом тяжистости) [3, 4, 7, 16, 17, 19, 20]. Однако реактивные воспалительные изменения в клетчатке могут быть ошибочно приняты за опухолевую инвазию [2]. В проведенном исследовании мы предложили новый подход к оценке изменений в клетчатке. Измерение денситометрической плотности окружающей опухоль клетчатки позволило стандартизировать КТ-данные. При категориях рТ1–2, когда опухоль не выходит за пределы стенки кишки, денситометрическая плотность клетчатки была в среднем $-86,2 \pm 15,6$ ед.Н, что близко к показателям нормальной клетчатки ($-104,1 \pm 10,9$ ед.Н). При категориях рТ3–4 клетчатка уплотнялась и ее денситометрическая плотность составила в среднем $-65,5 \pm 18,5$ ед.Н. Проведенный ROC-анализ позволил определить пороговое значение денситометрической плотности клетчатки для категорий Т1–2 и Т3–4 ($-76,95$ ед.Н). Значимым симптомом внекишечного роста опухоли является нечеткий наружный контур кишки ($p < 0,05$). Безусловно, этот симптом применялся и ранее [2, 4, 16, 21, 22], но в своей работе мы доказали диагностическую значимость этого симптома в определении глубины опухолевой инвазии



относительно стенки кишки. В то же время необходимо помнить, что КТ имеет ограничения в диагностике микроинвазии опухоли в окружающую клетчатку: наружный контур кишки в зоне поражения при таком состоянии остается четким [7]. Другой, анализируемый нами симптом “структура опухоли” не рассматривался с точки зрения КТ-критерия для определения категории Т. В.Е. Матвеев отмечал, что при больших опухолях их структура становится неоднородной за счет некротических изменений [20]. Е.Т. Balthazar и соавт. отмечали негетерогенность опухоли в качестве симптома поражения кишки [21]. В проведенном исследовании мы доказали значимость оценки структуры опухоли по данным КТ для определения категории Т, но следует помнить, что наличие параколического абсцесса может приводить к гипердиагностике из-за схожести КТ-картины в виде наличия зон пониженной плотности. Таким образом, тщательно проанализировав КТ-симптомы и сопоставив их с морфологическими заключениями, мы смогли выделить КТ-симптомокомплексы категорий Т1–2, Т3–4. Значимость примененных симптомов отражена в достаточно высоких показателях диагностической эффективности КТ: чувствительность 93,6%, специфичность 81,5%, точность 90,9%.

При оценке КТ-изображений у больных раком ободочной кишки не менее важными являются параметры электронного окна. Обычно анализ данных КТ брюшной полости проводится в стандартном окне мягкотканного режима: ширина окна составляет 300, центр 40, т.е. диапазон окна составляет от –110 до +190 ед.Н [23, 24]. Но при таком окне мы отметили определенные трудности: клетчатка отображалась практически черным цветом, так как значения ее плотности находились в нижней части окна или вне его. Поэтому мы подобрали наиболее оптимальные параметры окна для оценки параколической клетчатки у больных раком ободочной кишки с шириной окна 330, центром 10, т.е. диапазон окна составил от –155 до +175 ед.Н. Такой подход позволил нам отчетливо визуализировать не только жировую клетчатку, но и другие структуры (мягкие ткани, стенка кишки, лимфатические узлы, кровеносные сосуды).

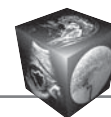
Заключение

КТ является высокоинформативным методом для определения внеорганного распространения рака ободочной кишки, что позволяет на дооперационном этапе определить объем хирургического лечения и скорректировать тактику лечения. Разработанные КТ-симптомокомплексы категорий

Т1–2, Т3–4 дают возможность стандартизировать протокол описания КТ-исследования у больных раком ободочной кишки и проводить более точное стадирование злокачественного процесса на дооперационном этапе.

Список литературы

1. Jin K.N., Lee J.M., Kim S.H., Shin K.S., Lee J.Y., Han J.K., Choi B.I. The diagnostic value of multiplanar reconstruction on MDCT colonography for the preoperative staging of colorectal cancer. *Eur Radiol.* 2006; 16 (10): 2284–2291. DOI: 10.1007/s00330-006-0316-0.
2. Soyer P., Hamzi L., Sirol M., Duchat F., Dray X., Hristova L., Placé V., Pocard M., Boudiaf M. Colon cancer: comprehensive evaluation with 64-section CT colonography using water enema as intraluminal contrast agent—a pictorial review. *Clin. Imaging.* 2012; 36 (2): 113–125. DOI: 10.1016/j.clinimag.2011.06.010.
3. Зароднюк И.В., Тихонов А.А., Орлова Л.П., Жученко А.П., Макарова Е.В. Возможности МСКТ в оценке местного распространения рака ободочной кишки (предварительное сообщение). *Медицинская визуализация.* 2010; 6: 32–40.
4. Ridereau-Zins C., Aubé C., Luet D., Vielle B., Pilleul F., Dumortier J., Gandon Y., Heresbach D., Beziat C., Bailly F., Debilly M., Carbonnel F., Pierredon-Foulongne M.A., Bismuth M., Chretien J.M., Lebigot J., Pessaux P., Valette P.J. Assessment of water enema computed tomography: an effective imaging technique for the diagnosis of colon cancer: Colon cancer: computed tomography using a water enema. *Abdom. Imaging.* 2010; 35 (4): 407–413. DOI: 10.1007/s00261-009-9536-5.
5. Хомутова Е.Ю., Игнатъев Ю.Т., Филиппова Ю.Г. Виртуальная колоноскопия. М.: Видар-М, 2012. 184 с.
6. Dighe S., Swift I., Magill L., Handley K., Gray R., Quirke P., Morton D., Seymour M., Warren B., Brown G. Accuracy of radiological staging in identifying high-risk colon cancer patients suitable for neoadjuvant chemotherapy: a multicentre experience. *Colorectal Dis.* 2012; 14 (4): 438–444. DOI: 10.4240/wjgs.v7.i7.116.
7. Horton K.M., Abrams R.A., Fishman E.K. Spiral CT of colon cancer: imaging features and role in management. *RadioGraphics.* 2000; 20 (2): 419–430. DOI: 10.1148/radiographics.20.2.g00mc14419.
8. Filippone A., Ambrosini R., Fuschi M., Marinelli T., Genovesi D., Bonomo L. Preoperative T and N staging of colorectal cancer: accuracy of contrast-enhanced multidetector row CT colonography-initial experience. *Radiology.* 2004; 231 (1): 83–90. DOI: 10.1148/radiol.2311021152.
9. Stabile Ianora A.A., Moschetta M., Pedote P., Scardapane A., Angelelli G. Preoperative local staging of colosigmoidal cancer: air versus water multidetector-row CT colonography. *Radiol. Med.* 2012; 117 (2): 254–267. DOI: 10.1007/s11547-011-0782-6.
10. Nørgaard A., Dam C., Jakobsen A., Pløen J., Lindebjerg J., Rafaelsen S.R. Selection of colon cancer patients for neoadjuvant chemotherapy by preoperative CT scan. *Scand. J. Gastroenterol.* 2014; 49 (2): 202–208. DOI: 10.3109/00365521.2013.862294.
11. Elibil F.D., Obuz F., Sökmen S., Terzi C., Canda A.E., Sağol Ö., Sarioğlu S. The role of multidetector CT in local staging and evaluation of retroperitoneal surgical margin



- involvement in colon cancer. *Diagn. Interv. Radiol.* 2016; 22 (1): 5–12.
12. Брехов Е.И., Витько Н.К., Коробов М.В., Зубанов А.Г., Овчинников В.Ю., Нечаев П.И. Компьютерная диагностика рака ободочной кишки, осложненного обтурационной толстокишечной непроходимостью. *Медицинская визуализация.* 2010; 5: 57–63.
 13. Трофимова Т.Н., Деметьева Т.Е., Карпенко А.К., Богданова Е.О., Собко В.Ю. Возможности современных методов лучевой диагностики в визуализации толстой кишки в норме и при ее патологических изменениях: КТ-колонография. *Лучевая диагностика и терапия.* 2010; 2 (1): 64–68.
 14. Меллер Т.Б., Райф Э. Норма при КТ- и МРТ-исследованиях: Пер. с англ., под общ. ред. Г.Е. Труфанова, Н.В. Марченко, 2-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2008. 256 с.
 15. Lim M., Hussain Z., Howe A., Storey R., Petty D., Haselden J., Sebag-Montefiore D., Alexander D. The oncological outcome after right hemicolectomy and accuracy of CT scan as a preoperative tool for staging in right sided colonic cancers. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (5): 536–543. DOI: 10.1111/codi.12061.
 16. Lao I.H., Chao H., Wang Y.J., Mak C.W., Tzeng W.S., Wu R.H., Chang S.T., Fang J.L. Computed tomography has low sensitivity for the diagnosis of early colon cancer. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (7): 807–811.
 17. Sibilleau E., Ridereau-Zins C., Vanel D., Pavageau A.H., Bertrais S., Metivier-Cesbron E., Venara A., Aubé C. Accuracy of water-enema multidetector computed tomography (WE-MDCT) in colon cancer staging: a prospective study. *Abdom. Imaging.* 2014; 39 (5): 941–948. DOI: 10.1007/s00261-014-0150-9.
 18. Chung D.J., Huh K.C., Choi W.J., Kim J.K. CT colonography using 16-MDCT in the evaluation of colorectal cancer. *Am. J. Roentgenol.* 2005; 184 (1): 98–103.
 19. Balthazar E.J., Megibow A.J., Hulnick D., Naidich D.P. Carcinoma of the colon: detection and preoperative staging by CT. *Am. J. Roentgenol.* 1988; 150 (2): 301–306. DOI: 10.2214/ajr.150.2.301.
 20. Матвеев В.Е. Комплексная лучевая диагностика рака прямой и ободочной кишок: Дисс. ... канд. мед. наук. СПб., 2004. 146 с.
 21. Balthazar E.J. CT of the gastrointestinal tract: principles and interpretation. *Am. J. Roentgenol.* 1991; 156 (1): 23–32. DOI: 10.2214/ajr.156.1.1898566.
 22. Горшков А.И. Возможности рентгеновской компьютерной томографии в диагностике опухолевых заболеваний толстой кишки. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии.* 1999; 6: 53–56.
 23. Прокоп М., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография: Учебное пособие. В 2-х томах. Том 2; Под ред. А.В. Зубарева, Ш.Ш. Шотемора. М.: Медпресс-информ, 2007. 712 р.
 24. Хофер М. Компьютерная томография: Базовое руководство. М.: Медицинская литература, 2008. 224 с.
 2. Soyer P., Hamzi L., Sirol M., Duchat F., Dray X., Hristova L., Placé V., Pocard M., Boudiaf M. Colon cancer: comprehensive evaluation with 64-section CT colonography using water enema as intraluminal contrast agent—a pictorial review. *Clin. Imaging.* 2012; 36 (2): 113–125. DOI: 10.1016/j.clinimag.2011.06.010.
 3. Zarodnyuk I.V., Tikhonov A.A., Orlova L.P., Zhuchenko A.P., Makarova E.V. Value of Spiral CT for Assessment of Local Spread of Colon Cancer. *Meditinskaya vizualizatsiya.* 2010; 6: 32–40. (In Russian)
 4. Ridereau-Zins C., Aubé C., Luet D., Vielle B., Pilleul F., Dumortier J., Gandon Y., Heresbach D., Beziat C., Bailly F., Debilly M., Carbonnel F., Pierredon-Foulongne M.A., Bismuth M., Chretien J.M., Lebigot J., Pessaix P., Valette P.J. Assessment of water enema computed tomography: an effective imaging technique for the diagnosis of colon cancer: Colon cancer: computed tomography using a water enema. *Abdom. Imaging.* 2010; 35 (4): 407–413. DOI: 10.1007/s00261-009-9536-5.
 5. Khomutova E.Yu., Ignat'ev Yu.T., Filippova Yu.G. Virtual colonoscopy. М.: Vidar-M. 2012. 184 p. (In Russian)
 6. Dighe S., Swift I., Magill L., Handley K., Gray R., Quirke P., Morton D., Seymour M., Warren B., Brown G. Accuracy of radiological staging in identifying high-risk colon cancer patients suitable for neoadjuvant chemotherapy: a multicentre experience. *Colorectal Dis.* 2012; 14 (4): 438–444. DOI: 10.4240/wjgs.v7.i7.116.
 7. Horton K.M., Abrams R.A., Fishman E.K. Spiral CT of colon cancer: imaging features and role in management. *RadioGraphics.* 2000; 20 (2): 419–430. DOI: 10.1148/radiographics.20.2.g00mc14419.
 8. Filippone A., Ambrosini R., Fuschi M., Marinelli T., Genovesi D., Bonomo L. Preoperative T and N staging of colorectal cancer: accuracy of contrast-enhanced multidetector row CT colonography—initial experience. *Radiology.* 2004; 231 (1): 83–90. DOI: 10.1148/radiol.2311021152.
 9. Stabile Ianora A.A., Moschetta M., Pedote P., Scardapane A., Angelelli G. Preoperative local staging of colosigmoidal cancer: air versus water multidetector-row CT colonography. *Radiol. Med.* 2012; 117 (2): 254–267. DOI: 10.1007/s11547-011-0782-6.
 10. Nørgaard A., Dam C., Jakobsen A., Pløen J., Lindebjerg J., Rafaelsen S.R. Selection of colon cancer patients for neoadjuvant chemotherapy by preoperative CT scan. *Scand. J. Gastroenterol.* 2014; 49 (2): 202–208. DOI: 10.3109/00365521.2013.862294.
 11. Elibil F.D., Obuz F., Sökmen S., Terzi C., Canda A.E., Sağol Ö., Sarioğlu S. The role of multidetector CT in local staging and evaluation of retroperitoneal surgical margin involvement in colon cancer. *Diagn. Interv. Radiol.* 2016; 22 (1): 5–12.
 12. Brekhov E.I., Vit'ko N.K., Korobov M.V., Zubanov A.G., Ovchinnikov V.Yu., Nechaev P.I. CT diagnostics of cancer of the colon, complicated with acute bowel obstruction. *Meditinskaya vizualizatsiya.* 2010; 5: 57–63. (In Russian)
 13. Trofimova T.N., Dement'eva T.E., Karpenko A.K., Bogdanova E.O., Sobko V.Yu. The possibilities of modern diagnostic methods in the visualization of the colon in normal and its pathological changes: colonography. *Luchevaya diagnostika i terapiya.* 2010; 2 (1): 64–68. (In Russian)
 14. Meller T.B., Rayf E. Norm at CT and MRI studies: Per. s angl., pod obshch. red. G.E. Trufanova, N.V. Marchenko, 2-e izd. М.: MEDpress-inform, 2008. 256 p. (In Russian)

References

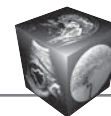
1. Jin K.N., Lee J.M., Kim S.H., Shin K.S., Lee J.Y., Han J.K., Choi B.I. The diagnostic value of multiplanar reconstruction on MDCT colonography for the preoperative staging of colorectal cancer. *Eur Radiol.* 2006; 16 (10): 2284–2291. DOI: 10.1007/s00330-006-0316-0.



15. Lim M., Hussain Z., Howe A., Storey R., Petty D., Haselden J., Sebag-Montefiore D., Alexander D. The oncological outcome after right hemicolectomy and accuracy of CT scan as a preoperative tool for staging in right sided colonic cancers. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (5): 536–543. DOI: 10.1111/codi.12061.
16. Lao I.H., Chao H., Wang Y.J., Mak C.W., Tzeng W.S., Wu R.H., Chang S.T., Fang J.L. Computed tomography has low sensitivity for the diagnosis of early colon cancer. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (7): 807–811.
17. Sibilleau E., Ridereau-Zins C., Vanel D., Pavageau A.H., Bertrais S., Metivier-Cesbron E., Venara A., Aubé C. Accuracy of water-enema multidetector computed tomography (WE-MDCT) in colon cancer staging: a prospective study. *Abdom. Imaging.* 2014; 39 (5): 941–948. DOI: 10.1007/s00261-014-0150-9.
18. Chung D.J., Huh K.C., Choi W.J., Kim J.K. CT colonography using 16-MDCT in the evaluation of colorectal cancer. *Am. J. Roentgenol.* 2005; 184 (1): 98–103.
19. Balthazar E.J., Megibow A.J., Hulnick D., Naidich D.P. Carcinoma of the colon: detection and preoperative staging by CT. *Am. J. Roentgenol.* 1988; 150 (2): 301–306. DOI: 10.2214/ajr.150.2.301.
20. Matveev V.E. Complex radiodiagnosis diagnostics of cancer rectum and colon: Diss. ... kand. med. nauk. SPb., 2004. 146 p. (In Russian)
21. Balthazar E.J. CT of the gastrointestinal tract: principles and interpretation. *Am. J. Roentgenol.* 1991; 156 (1): 23–32. DOI: 10.2214/ajr.156.1.1898566.
22. Gorshkov A.I. Possibility computed tomography in the diagnosis of diseases of the colon tumor. *Rossiyskiy zhurnal gastroenterologii, gepatologii, koloproktologii.* 1999; 6: 53–56. (In Russian)
23. Prokop M., Galanski M. Spiral and multislice computed tomography: Uchebnoe posobie. In 2 Vol. Vol. 2. Eds A.V. Zubareva, Sh.Sh. Shotemora. M.: Medpress-inform, 2007. 712 p. (In Russian)
24. Khofer M. Computed tomography: basic management. M.: Meditsinskaya literatura, 2008. 224 p. (In Russian)

Поступила в редакцию 6.12.2016.
Принята к печати 18.01.2017.

Received on 6.12.2016.
Accepted for publication on 18.01.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-53-56

Возможности ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -фтортимидином в оценке эффективности химиолучевой терапии у больного немелкоклеточным раком легкого (клиническое наблюдение)

Мещерякова Н.А. *, Долгушин М.Б., Борисова Т.Н., Давыдов М.М., Лактионов К.К.

ФГБУ "Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина" Минздрава России, Москва, Россия

Efficacy of ^{18}F -FDG and ^{18}F -FLT PET/CT for Assessment of Chemoradiotherapy in Patient with Non-Small Cell Lung Cancer (Clinical Observation)

Meshcheryakova N.A. *, Dolgushin M.B., Borisova T.N., Davydov M.M., Laktionov K.K.

N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow, Russia

Метод позитронной эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ), на сегодняшний день предоставляет самые большие возможности для визуализации при немелкоклеточном раке легкого (НМРЛ). ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ играет существенную роль в стадировании НМРЛ, выборе тактики лечения, планировании лучевой терапии и оценке ее эффективности.

Представлено клиническое наблюдение больного местнораспространенным НМРЛ с оценкой эффективности на разных этапах химиолучевой терапии на основании данных ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -фтортимидином. По результатам наблюдения можно отметить, что данные ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -фтортимидином в целом коррелируют между собой, при этом возможность проведения исследования с ^{18}F -фтортимидином сразу после завершения лучевой терапии обеспечивает преимущество данного метода в ранней оценке эффективности лечения. Проведение исследований в совокупности может позволить персонализировать химиолучевую терапию и прогнозировать более точный результат. Данное наблюдение демонстрирует возможности ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -фтортимидином в оценке эффективности лечения НМРЛ на клиническом примере.

Ключевые слова: ПЭТ/КТ, ^{18}F -ФДГ, ^{18}F -фтортимидин, НМРЛ, химиолучевая терапия.

Ссылка для цитирования: Мещерякова Н.А., Долгушин М.Б., Борисова Т.Н., Давыдов М.М., Лактионов К.К. Возможности ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -фтортимидином в оценке эффективности химиолучевой терапии у больного немелкоклеточным раком легкого (клиническое наблюдение). Медицинская визуализация. 2017; 21 (1): 53–56.

DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-53-56.

PET/CT offers the most advanced possibilities for visualization of non-small cell lung cancer (NSCLC) nowadays. ^{18}F -FDG PET/CT plays a significant role in staging of NSCLC, choosing of treatment strategy, planning of radiation therapy and evaluation of its efficacy.

Clinical observation of the patient with non-small cell lung cancer with response assessments by ^{18}F -FDG and ^{18}F -FLT PET/CT during the course of chemoradiotherapy is demonstrated. There was a correlation between ^{18}F -FDG and ^{18}F -FLT PET/CT with advantage of ^{18}F -FLT PET/CT for early response evaluation. The combination of ^{18}F -FDG and ^{18}F -FLT PET/CT will be helpful to personalize chemoradiotherapy and to predict response more accurately. The presented clinical case demonstrated the possibilities of ^{18}F -FDG and ^{18}F -FLT PET/CT for assessment of treatment efficacy in patient with non-small cell lung cancer.



Key words: PET/CT, ^{18}F -FDG, ^{18}F -FLT, NSCLC, chemo-irradiation.

Recommended citation: Meshcheryakova N.A., Dolgushin M.B., Borisova T.N., Davydov M.M., Laktionov K.K. Efficacy of ^{18}F -FDG and ^{18}F -FLT PET/CT for Assessment of Chemoradiotherapy in Patient with Non-Small Cell Lung Cancer (Clinical Observation). *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 53–56. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-53-56.

Введение

Метод позитронной эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ), на сегодняшний день предоставляет самые большие возможности для визуализации при немелкоклеточном раке легкого (НМРЛ). ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ играет существенную роль в стадировании НМРЛ, выборе тактики лечения, планировании лучевой терапии и оценке ее эффективности [1, 2]. Лучевая терапия является стандартным лечебным подходом у больных с местнораспространенным процессом, однако за последние десятилетия не достигнуто значимого прогресса в лечении, несмотря на совершенствование технических подходов. Ведущей причиной является невозможность подведения биологически эффективной дозы излучения к большому объему поражения из-за угрозы высокой токсичности, а значит, снижение адекватного локального контроля. Одним из современных путей повышения эффективности лечения считается локальное повышение дозы облучения на метаболический объем опухоли, меняющейся в процессе облучения (адаптивная лучевая терапия, ПЭТ-буст) [3]. Хотя ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ используется в рутинной практике для визуализации опухолевого процесса до и после лечения, данный метод не позволяет гарантировать объективный результат исследования непосредственно в процессе проводимой терапии.

Важно отметить, что после проведения лучевой терапии специфичность ^{18}F -ФДГ снижается в связи с наличием радиоиндуцированного воспалительного процесса в опухоли и смежных органах [4–6]. Избежать влияния воспаления на результаты диагностики можно за счет применения трейсеров, непосредственно отображающих клеточную пролиферацию. В частности, включение тимидина в структуру ДНК считается “золотым стандартом” отображения клеточной пролиферации, а в ПЭТ/КТ-диагностике оценить клеточную пролиферацию можно с помощью радиофармпрепарата (РФП), являющегося аналогом тимидина, – 3-дезоксид-3- ^{18}F -фтортимидина (^{18}F -фтортимидина) [7].

В 2014 г. были опубликованы результаты работы S.J. Everitt и соавт., посвященной сравнительной оценке клеточного метаболизма и уровня пролиферации во время химиолучевой терапии по радикальной программе у пациентов с НМРЛ путем проведения серии ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -фтортимидином. В исследование было включено 20 пациентов с I–III стадией заболевания. ПЭТ/КТ проводилась до начала лечения и во время терапии (на 2-й и 4-й неделях). Исследование продемонстрировало, что ^{18}F -фтортимидин является более чувствительным трейсером в оценке раннего ответа на лучевую терапию, чем ^{18}F -ФДГ [8].

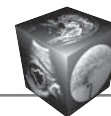
^{18}F -фтортимидин проникает в клетку путем Na^+ -зависимых активных нуклеозидных транспортеров и в меньшей степени – пассивной диффузией [9]. В клетках происходит фосфорилирование ^{18}F -фтортимидина тимидинкиназой [10]. Ввиду отрицательного заряда фосфатной группы фосфорилированный ^{18}F -фтортимидин не может выйти через клеточную мембрану и накапливается внутри клетки. Таким образом, повышение активности тимидинкиназы в клетках приводит к преимущественному накоплению в них ^{18}F -фтортимидина, что характерно для активно пролиферирующих тканей, в том числе злокачественных

Для корреспонденции*: Мещерякова Надежда Андреевна – 115478 Москва, Каширское шоссе, д. 23. Отделение позитронной эмиссионной томографии НИИ КиЭР ФГБУ “РОНЦ им. Н.Н. Блохина” Минздрава России. Тел.: +7-925-884-22-23. E-mail: mdnadya@gmail.com

Мещерякова Надежда Андреевна – врач-рентгенолог отделения позитронной эмиссионной томографии ФГБУ “Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина”, Москва; **Долгушин Михаил Борисович** – доктор мед. наук, заведующий отделением позитронной эмиссионной томографии ФГБУ “Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина”, Москва; **Борисова Татьяна Николаевна** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения радиологического ФГБУ “Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина”, Москва; **Давыдов Михаил Михайлович** – доктор мед. наук, заведующий торакальным отделением торакоабдоминального отдела ФГБУ “Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина”, Москва; **Лактионов Константин Константинович** – доктор мед. наук, заведующий хирургическим отделением №13 (клинических биотехнологий) ФГБУ “Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина”, Москва.

Contact*: Nadezhda A. Meshcheryakova – 115478, Moscow, Kashirskoe shosse, 23. Department of positron emission tomography of N.N. Blokhin RCRC. Phone: +7-925-884-22-23. E-mail: mdnadya@gmail.com

Nadezhda A. Meshcheryakova – Radiologist of PET/CT department of N.N. Blokhin RCRC, Moscow; **Mikhail B. Dogushin** – doct. of med. sci., Head of PET/CT Department of N.N. Blokhin RCRC, Moscow; **Tatiana N. Borisova** – cand. of med. sci., Senior Research Fellow of Radiology Department of N.N. Blokhin RCRC, Moscow; **Mikhail M. Davydov** – doct. of med. sci., Head of Thoraco-Abdominal Department of N.N. Blokhin RCRC, Moscow; **Konstantin K. Laktionov** – doct. of med. sci., Head of Surgical Department №13 of N.N. Blokhin RCRC, Moscow.



опухолей. В результате аккумуляция в клетке ^{18}F -фтордимин-фосфатных форм была использована для ПЭТ/КТ-визуализации.

С целью демонстрации возможностей ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -фтортимидином в оценке эффективности лечения НМРЛ представим клиническое наблюдение больного местнораспространенным НМРЛ на разных этапах химиолучевой терапии на основании данных ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -фтортимидином.

Клиническое наблюдение

У пациента К., 64 лет, был выявлен плоскоклеточный рак верхушки правого легкого Т3N0M0. В качестве тактики лечения была выбрана химиолучевая терапия в следующем режиме: первый этап – 2 курса химиотерапии по схеме паклитаксел 175 мг/м² и карбоплатин АUC 5 в первый день каждые 3 нед, второй этап – дистанционная лучевая терапия в режиме гипофракционирования (разовая очаговая доза 2,8 Гр) с эскалацией суммарной дозы на опухоль до 72 Гр, третий этап – консолидирующий курс химиотерапии по указанной схеме.

Для оценки распространенности процесса и эффективности лечения пациенту проводилась серия исследований ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -фтортимидином на аппарате Siemens Biograph mCT. Исследования выполняли натощак (не менее 6 ч голодания), с водной нагрузкой (не менее 0,5 л воды). Дозу вводили в зависимости от массы тела пациента – 5 МБк на 1 кг массы тела при исследовании с ^{18}F -ФДГ и 3 МБк на 1 кг массы тела при исследовании с ^{18}F -фтортимидином. Сканирование проводили через 60 и 40 мин соответственно исследо-

ваниям с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -FLT. Продолжительность каждого ПЭТ-исследования составляла 3 мин на одну “кровать”.

ПЭТ/КТ-исследование с ^{18}F -ФДГ выполняли до лечения для оценки распространения заболевания и через 2 мес после окончания лечения.

При первичном исследовании ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ были выбраны целевые очаги в соответствии с критериями PERCIST 1.0 [11, 12]. Оценку эффективности лечения проводили на основании критериев RECIST 1.1 и PERCIST 1.0.

Первичная опухоль была единственным целевым очагом. Наибольший ее диаметр до лечения составлял 55 мм, пиковое значение SUL (lean body mass-normalized SUV – нормализованного на мышечную массу тела стандартизованного показателя поглощения SUV) – 16,48.

Пиковое значение SUL после окончания лечения составило 3,91 (уменьшение метаболических параметров на 76%), что соответствует частичному метаболическому ответу по критериям PERCIST 1.0 (рис. 1, 2).

ПЭТ/КТ с ^{18}F -фтортимидином проводили на двух этапах – до начала и сразу после окончания лучевой терапии. Основной задачей данных исследований была возможность ранней оценки результатов лучевой терапии (сразу после ее окончания), так как исследование с ^{18}F -ФДГ было бы необъективным в эти сроки. Так, до начала лучевой терапии SUV_{max} в опухоли составил 5,25, сразу после окончания лучевой терапии – 1,91, что также свидетельствует о частичной регрессии опухоли (метаболические параметры уменьшились на 74%) (см. рис. 1, 2).

После окончания лечения отмечается уменьшение наибольшего диаметра опухоли до 48 мм (сокращение

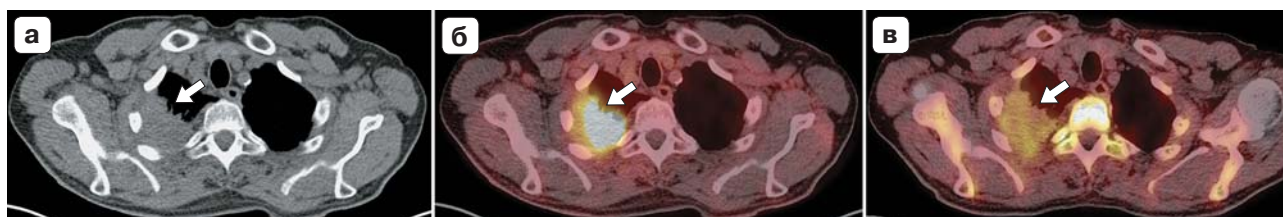


Рис. 1. Опухоль верхушки правого легкого с врастанием в костальную плевру и деструкцией прилежащих ребер (стрелка). а – КТ-изображение без внутривенного контрастного усиления; б – ПЭТ/КТ-изображение с ^{18}F -ФДГ; в – ПЭТ/КТ-изображение с ^{18}F -фтортимидином в аксиальной проекции до лечения.



Рис. 2. Остаточная опухолевая ткань в верхушке правого легкого (стрелка). а – КТ-изображение без внутривенного контрастного усиления; б – ПЭТ/КТ-изображение с ^{18}F -ФДГ; в – ПЭТ/КТ-изображение с ^{18}F -фтортимидином в аксиальной проекции после окончания химиолучевой терапии.



Рис. 3. Остаточная опухолевая ткань в вершине правого легкого. а – КТ-изображение без внутривенного контрастного усиления; б – ПЭТ/КТ-изображение с ^{18}F -ФДГ; в – ПЭТ/КТ-изображение с ^{18}F -фтортимидином в аксиальной проекции через 6 мес после окончания лечения.

размеров на 13%), что свидетельствует о стабилизации заболевания по критериям RECIST 1.1.

Данному пациенту были выполнены контрольные исследования с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -фтортимидином через 6 мес после окончания лечения – остаточный опухолевый узел сохранился без динамики размеров по КТ, уровень включения обоих РФП остался прежним (рис. 3). Новых очагов выявлено не было. Планируется дальнейшее наблюдение.

Заключение

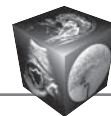
Достижение стойкого локального контроля после лучевой терапии напрямую связано с повышением эффективности лечения больных местнораспространенной формой НМРЛ. ПЭТ/КТ, выполненная в ранние сроки после лучевой терапии, позволяет оценить ее эффективность и возможность локального подведения дозы к изменившемуся метаболическому объему. По результатам наблюдения можно отметить, что данные ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -фтортимидином в целом коррелируют между собой, хотя и отображают различные биологические процессы. Возможность проведения исследования с ^{18}F -фтортимидином сразу после завершения лучевой терапии обеспечивает преимущество данного метода в ранней оценке эффективности лечения. Проведение исследований в совокупности может позволить персонализировать химиолучевую терапию и прогнозировать более точный результат.

Список литературы / References

1. Lardinois D., Weder W., Hany T.F. et al. Staging of non-small-cell lung cancer with integrated positron-emission tomography and computed tomography. *N. Engl. J. Med.* 2003; 348: 2500–2507.
2. MacManus M., Nestle U., Rosenzweig K.E. et al. Use of PET and PET/CT for radiation therapy planning: IAEA expert report 2006–2007. *Radiother. Oncol.* 2009; 91: 85–94.
3. Van Elmpt W., De Ruyscher D., van der Salm A. et al. The PET-boost randomised phase II dose-escalation trial in non-small cell lung cancer. *Radiother. Oncol.* 2012; 104 (1): 67–71.
4. Mac Manus M., Hicks R.J., Matthews J. et al. Metabolic (FDG-PET) response after radical radiotherapy/chemoradiotherapy for non-small cell lung cancer correlates with patterns of failure. *Lung Cancer.* 2005; 49: 95–108.
5. Van Baardwijk A., Bosmans G., Dekker A. et al. Time trends in the maximal uptake of FDG on PET scan during thoracic radiotherapy: a prospective study in locally advanced non-small cell lung cancer (NSCLC) patients. *Radiother. Oncol.* 2007; 82:145–152.
6. Vera P., Bohn P., Edet-Sanson A. et al. Simultaneous positron emission tomography (PET) assessment of metabolism with ^{18}F -fluoro-2-deoxy-d-glucose (FDG), proliferation with ^{18}F -fluoro-thymidine (FLT), and hypoxia with ^{18}F -fluoro-miso-nidazole (F-miso) before and during radiotherapy in patients with non-small-cell lung cancer (NSCLC): a pilot study. *Radiother. Oncol.* 2011; 98: 109–116.
7. Kenny L.M., Aboagye E.O., Price P.M. Positron emission tomography imaging of cell proliferation in oncology. *Clin. Oncol. (R. Coll. Radiol.).* 2004; 16: 176–185.
8. Everitt S.J., Ball D.L., Hicks R.J. et al. Differential ^{18}F -FDG and ^{18}F -FLT Uptake on Serial PET/CT Imaging Before and During Definitive Chemoradiation for Non-Small Cell Lung Cancer. *J. Nucl. Med.* 2014; 55: 1069–1074.
9. Barwick T., Bencherif B., Mountz J.M., Avril N. Molecular PET and PET/CT imaging of tumour cell proliferation using ^{18}F -fluoro-L-thymidine: a comprehensive evaluation. *Nucl. Med. Commun.* 2009; 30: 908–917.
10. Buck A.K., Herrmann K., Shen C. et al. Molecular imaging of proliferation in vivo: positron emission tomography with [^{18}F] fluorothymidine. *Methods.* 2009; 48: 205–215.
11. Wahl R.L., Jacene H., Kasamon Y. et al. From RECIST to PERCIST: Evolving Considerations for PET response criteria in solid tumors. *J. Nucl. Med.* 2009; 50 (1): 122S–150S.
12. Eisenhauer E.A., Therasse P., Bogaerts J. et al. New response evaluation criteria in solid tumors: revised RECIST guideline (version 1.1). *Eur. J. Cancer.* 2009; 45 (2): 228–247.

Поступила в редакцию 10.10.2016.
Принята к печати 21.12.2016.

Received on 10.10.2016.
Accepted for publication on 21.12.2016.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-57-62

Оценка эффективности тромболитической терапии в лечении больных ишемическим инсультом

Икрамов А.И., Дадамыянц Н.Г.*

Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи, Ташкент, Узбекистан

Efficacy of Thrombolytic Therapy in Treatment of Patients with Ischemic Stroke

Ikramov A.I., Dadamyants N.G.*

Republican scientific center of emergency medical aid, Tashkent, Uzbekistan

Цель исследования: оценить эффективность тромболитической терапии у больных ишемическим инсультом по данным лучевых методов исследования.

Материал и методы. В исследование вошло 60 человек, которых разделили на 2 группы. Основная группа: 34 (56,7%) больных ишемическим инсультом (20 мужчин и 14 женщин) в возрасте от 22 до 78 лет (средний возраст $62 \pm 8,6$ года), находившихся на лечении в Республиканском научном центре экстренной медицинской помощи. Контрольная группа: 26 (43,3%) человек, у которых оценивали параметры нормоперфузии по средней мозговой артерии (СМА) (максимальная скорость кровотока, линейная скорость кровотока, индекс Гослинга и коэффициент овершута). Обследование больных включало: оценку неврологического статуса по шкале NIHSS, компьютерную томографию (КТ) головного мозга для исключения геморрагического характера инсульта, дуплексное сканирование (в режиме цветового доплеровского картирования и импульсной доплерографии) экстракраниальных артерий и транскраниальное, дигитальную субтракционную ангиографию. Всем больным основной группы выполнен тромболитизис: системный тромболитизис стрептокиназой – в 17 (50%) случаях, селективный тромболитизис актилизе – в 17 (50%). Тромболитизис выполняли в период от 90 мин до 4 ч с момента манифестации симптоматики.

Результаты. Выраженная положительная динамика отмечена у 22 (64,7%) больных. Асимптомная геморрагическая трансформация ишемического очага наблюдалась у 4 (11,7%). При острой окклюзии внутренней сонной артерии реканализация зарегистрирована только в 11,7% случаев, а при окклюзии сегмента М1 СМА – в 52,9%. Допплерографически это проявлялось регистрацией потока гиперперфузии после тромболитизиса при наличии остаточного потока до тромболитизиса. Реокклюзия отмечена у 2 (5,8%) пациентов, в этих случаях до и после тромболитизиса по данным транскраниальной доплерографии фиксировали поток гипоперфузии. Летальность составила 14,7%.

Закключение. Тромболитическая терапия – эффек-

тивный метод лечения ишемического инсульта, особенно при доставке пациента в стационар в течение первых 2 ч с момента манифестации клинической симптоматики. Маркером эффективности тромболитизиса является регистрация по СМА потока нормоперфузии или гиперперфузии, а критерием хорошего функционального исхода – достижение пациентом ≤ 2 баллов по mRS. Асимптомная перидиапедезная геморрагическая трансформация также может считаться маркером эффективного тромболитизиса. Сочетание КТ головного мозга с транскраниальной доплерографией позволяет оценить не только размер очага поражения головного мозга, но и изучить характер церебральной гемодинамики.

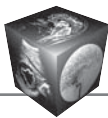
Необходима дальнейшая разработка комплекса мероприятий, направленных на широкое информирование населения и врачей общей практики о симптомах инсульта и его эффективном лечении в случае доставки пациента в специализированный стационар, в котором возможно проведение тромболитической терапии.

Ключевые слова: ишемический инсульт, дуплексное сканирование, компьютерная томография, тромболитизис, актилизе.

Ссылка для цитирования: Икрамов А.И., Дадамыянц Н.Г. Оценка эффективности тромболитической терапии в лечении больных ишемическим инсультом. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 57–62. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-57-62.

The purpose: to evaluate the effectiveness of thrombolytic therapy in patients with ischemic stroke according to radiological methods.

Materials and methods. The study included 60 people who were divided into two groups. The main group included 34 (56.7%) patients with ischemic stroke (20 men and 14 women) aged 22 to 78 years (mean age 62 ± 8.6 years) who were treated in Republican research center of emergency medical care. The control group consisted of 26 (43.3%) patients to estimate the parameters of normeperidine in the middle cerebral artery (MCA): the maximum blood flow



velocity, linear blood flow velocity, index Gosling (PI) and coefficient overshoot (KO). Evaluation of patients included: assessment of neurostatus according NIHSS scale, computed tomography of brain to exclude hemorrhagic stroke, transcranial and extracranial arteries Duplex scanning, digital subtraction angiography. Thrombolysis was performed to all patients of main group with ischemic stroke: systemic thrombolysis with streptokinase – in 17 (50%) cases, selective thrombolysis of Actilyse – 17 (50%). Thrombolysis was performed in a period from 90 minutes to 4 hours after the manifestation of symptoms.

Results. Significant positive changes were observed in 22 (64.7%) patients. Asymptomatic hemorrhagic transformation of ischemic lesion was observed in 4 (11.7%). In acute occlusion of the internal carotid artery recanalization was registered only in 11.7% of cases, while the M1 MCA occlusion segment – at 52.9%. Transcranial Doppler is manifested by registration of hyperperfusion flow after thrombolysis in the presence of residual flow to thrombolysis. Re-occlusion was observed in 2 (5.8%) patients. In these cases, before and after thrombolysis TCD fixed flow hypoperfusion. Mortality was 14.7%.

Conclusions. Thrombolytic therapy is effective treatment for ischemic stroke, especially in the delivery of the patient to a hospital for the first 2 hours after the manifestation of clinical symptoms. The marker of effectiveness thrombolysis is registration on the CMA normoperfusion or hyperperfusion pattern. Good functional outcome marked when a patient achieved result ≤ 2 points on the mRS. Asymptomatic hemorrhagic transformation can also be considered as a marker of effective thrombolysis. The combination of a CT scan of the brain with transcranial Doppler allows to assess not only the size of the lesion of the brain, but also to investigate the nature of cerebral hemodynamics.

Further development of a set of measures designed to raise awareness among the population and general practitioners about the symptoms of stroke and its effective treatment in the case of delivery of the patient to a specialized hospital in which is possible to conduct thrombolysis.

Key words: ischemic stroke, duplex scanning, computer tomography, thrombolysis, actilyse.

Recommended citation: Ikramov A.I., Dadamyants N.G. Efficacy of Thrombolytic Therapy in Treatment of Patients with Ischemic Stroke. *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 57–62. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-57-62.

Введение

Ишемический инсульт составляет до 80% всех случаев острого нарушения мозгового кровообращения [1]. Ключевым звеном патогенеза любого

ишемического инсульта является нарушение кровоснабжения головного мозга. Общеизвестно, что процесс развития ишемического повреждения мозга является гетерогенным, динамическим и протекает с вовлечением множества каскадов молекулярных реакций [2]. Наиболее эффективным методом лечения считают реперфузионную терапию, в частности тромболитическую терапию (ТЛТ), целью которой является восстановление кровотока в зоне ишемической полутени, где сохраняется жизнеспособность нейронов в течение нескольких часов после окклюзии артерии. Самым распространенным методом реперфузии является внутривенное введение тромболитического агента в сроки, не превышающие 4,5 ч от момента появления неврологической симптоматики [3]. Первоначально процедуру проводили стрептокиназой, в настоящее время в качестве тромболитика используется рекомбинантный тканевой активатор плазминогена (альтеплаза, актилизе) [4]. Рекомендованное время для проведения тромболитического лечения составляет 4,5 ч от момента появления неврологической симптоматики [5]. Восстановление кровотока при успешном тромболитическом лечении прекращает процесс гибели нейронов и как следствие уменьшает степень неврологического дефицита.

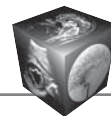
Оценке эффективности ТЛТ посвящено несколько крупных исследований. ECASS I – первое международное исследование, направленное на изучение эффективности rt-PA, показало достоверное снижение частоты летальных исходов и инвалидизации по сравнению с группой плацебо. Однако частота геморрагической трансформации ишемического очага оказалась в 3 раза выше, чем у больных, не получавших rt-PA [6]. В исследовании NINDS rt-PA назначали в течение 3 ч с момента манифестации симптоматики. Основным итогом NINDS явилось доказательство того, что внутривенное применение rt-PA в течение первых 3 ч с момента развития инсульта значительно улучшает функциональный исход [7]. Проведенные в последующие годы масштабные исследования ECASS II и ATLANTIS не выявили статистически значимого приоритета rt-PA в отношении первич-

Для корреспонденции*: Дадамянц Наталия Гамлетовна – Республика Узбекистан, 100115, г. Ташкент, ул. Кичик халка йули, д. 2. Тел.: +99890-808-35-71. E-mail: dadamyants@yandex.com

Икрамов Адхам Ильхамович – профессор, руководитель отдела лучевой диагностики Республиканского научного центра экстренной медицинской помощи, Ташкент; **Дадамянц Наталия Гамлетовна** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник, заведующая отделением ультразвуковой диагностики Республиканского научного центра экстренной медицинской помощи, Ташкент.

Contact*: Nataliya G. Dadamyants – Republic of Uzbekistan, 100115, Tashkent, 2, Kichik Xalqa Yuli. Phone: +99890-808-35-71. E-mail: dadamyants@yandex.com

Adkham I. Ikramov – professor, head of the Radiology Department of the Republican scientific center of emergency medical care, Tashkent; **Nataliya G. Dadamyants** – cand. of med. sci., senior scientific researcher, head of ultrasound diagnostics Department of the Republican scientific center of emergency medical care, Tashkent.



ных конечных точек при терапии за пределами 3-часового терапевтического “окна”. В 2008 г. стали известны результаты исследования ECASS-3, в котором терапевтическое “окно” составило 3–4,5 ч от начала инсульта [8]. Основным методом, оценивающим эффективность тромболизиса, является компьютерная томография (КТ) головного мозга [9].

Однако следует отметить, что КТ – дорогостоящий метод исследования и, кроме того, обладает определенной лучевой нагрузкой на пациента и не позволяет в достаточной степени оценить изменения гемодинамики в пораженном русле. Поэтому, на наш взгляд, целесообразен поиск более недорогого, динамичного и без лучевой нагрузки на обследуемого метода. Всем этим требованиям отвечает транскраниальное дуплексное сканирование (ТКДС). Исследованиями по использованию ТКДС при ишемическом инсульте посвящен ряд работ [10, 11], но нам не встретились работы, посвященные применению ТКДС в оценке эффективности тромболизиса. Таким образом, целесообразно провести изучение возможностей дуплексного сканирования при оценке эффективности тромболизиса, а также оценить необходимость сочетания при этом дуплексного сканирования с КТ.

Цель исследования

Оценить эффективность ТЛТ у больных ишемическим инсультом по данным лучевых методов исследования.

Материал и методы

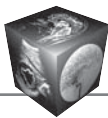
В исследование вошло 60 человек, которых разделили на 2 группы. Основная группа включала 34 (56,7%) больных ишемическим инсультом (20 мужчин и 14 женщин) в возрасте от 22 до 78 лет (средний возраст $62 \pm 8,6$ года), находившихся на лечении в Республиканском научном центре экстренной медицинской помощи. Контрольную группу составили 26 (43,3%) человек, у которых оценивали параметры нормоперфузии по средней мозговой артерии (СМА). Обследование больных включало: оценку невротатуса по шкале NIHSS, КТ головного мозга для исключения геморрагического характера инсульта, дигитальную субтракционную ангиографию, дуплексное сканирование (в режиме цветового доплеровского картирования и импульсной доплерографии) экстракраниальных артерий и транскраниальное для определения характера гемодинамики по СМА (оценивали следующие параметры: максимальная скорость кровотока, линейная скорость кровотока, индекс Гослинга (PI) и коэффициент овершута).

Всем больным основной группы выполнен тромболизис: системный тромболизис стрептокиназой – в 17 (50%) случаях, селективный тромболизис актилизе – в 17 (50%). Препарат вводили из расчета 0,9 мг/кг массы тела (но не более 90 мг) 10% раствора в течение 1 мин болюсно, остальную часть в течение 60 мин капельно согласно имеющимся рекомендациям [8]. Во время процедуры пациент находился под наблюдением в палате интенсивной терапии с мониторингом основных витальных функций. При повышении систолического артериального давления свыше 180 мм рт.ст., а диастолического более 110 мм рт.ст. подключали гипотензивную терапию. Исходы ишемического инсульта после ТЛТ оценивали по модифицированной шкале Rankin (mRS). Хорошим исходом считали ≤ 2 балла по mRS.

Результаты

При анализе гемодинамики по СМА в контрольной группе асимметрия скоростных показателей по пораженной и здоровой стороне не превышала 15%, PI находился в пределах 0,75–1,05. Коэффициент овершута составил 1,23–1,35.

У больных-кандидатов на тромболизис при поступлении в Центр выраженность неврологического дефицита у пациентов по шкале NIHSS в среднем составила 14 ± 3 балла. Среднее время от появления симптомов до поступления в Центр составило 204 ± 65 мин, а время “от двери до иглы” – 252 ± 56 мин. В период до 3 ч с момента начала клинических проявлений ТЛТ выполнена 16 больным, а во временной промежуток от 3 до 4,5 ч – 18 пациентам. При КТ головного мозга, выполненной при поступлении: очаг ишемии не был обнаружен у 22 (64,7%) пациентов, признаки отека мозга отмечали в 2 (5,9%) случаях, малый очаг поражения диагностирован у 3 (8,8%) больных, средний – у 5 (14,7%), большой очаг – у 2 (5,9%) обследованных. Ни в одном наблюдении не были выявлены признаки, характерные для геморрагического инсульта. До проведения тромболизиса все доплерограммы по СМА были разделены на 4 типа. Для нормоперфузии по СМА была характерна симметрия скоростей по СМА. При гипоперфузии отмечали снижение Max V на стороне поражения до $46,53 \pm 10,6$ см/с, при гиперперфузии отмечено преобладание скоростных показателей на пораженной стороне, а при затрудненной перфузии регистрировали значительное снижение Max V с обеих сторон ($41,43 \pm 9,68$ см/с) в сочетании с резким повышением индекса PI ($1,38 \pm 0,19$). Поток нормоперфузии зарегистрирован у 4 (11,7%) больных, остаточный поток по СМА – у 24 (70,6%) обследованных, гиперперфузия – у 3 (8,8%) паци-



ентов и поток затрудненной перфузии – у 3 (8,8%) больных.

При КТ головного мозга, выполненной после проведения ТЛТ, обширный очаг ишемии сформировался в 7 (20,5%) случаях, большой – в 5 (14,7%), средние очаги диагностированы у 19 (55,9%) больных, малые очаги – у 2 (5,9%). В 1 наблюдении гиподенсные очаги не были выявлены.

После проведения ТЛТ поток нормоперфузии по СМА зарегистрирован у 7 (20,5%) больных, что свидетельствовало о восстановлении проходимости СМА. Остаточный поток определялся у 7 (20,5%) больных. Гиперперфузия имела место в 6 (17,6%) случаях и являлась маркером успешного тромболизиса. Данный поток отмечен у всех больных с геморрагической трансформацией ишемического очага. Затрудненную перфузию на фоне отека головного мозга регистрировали в 5 (14,7%) наблюдениях. Формирование небольших очагов ишемии в конечных ветвях СМА, по всей видимости, связано с реканализацией основного ствола СМА и окклюзией терминальных ветвей СМА фрагментами лизированного тромба. При наличии потока затрудненной перфузии развивались обширные или большие очаги ишемии головного мозга.

Геморрагическую трансформацию ишемического очага наблюдали у 4 (11,7%) пациентов, она была представлена петехиальным пропитыванием ткани мозга. У 3 пациентов причиной геморрагической трансформации следует считать позднее проведение ТЛТ (на 390-й и 190-й минутах), но тем не менее отмечено значительное нивелирование неврологического дефицита. Таким образом, малые асимптомные гематомы можно расценивать как показатель адекватной реканализации, но не следует забывать о прогностической непредсказуемости данного состояния. При острой окклюзии внутренней сонной артерии, проявляющейся при дуплексном сканировании отсутствием кровотока по артерии, гомолатеральной стороне поражения, и наличием внутрисосудистых гипоэхогенных дополнительных сигналов, реканализация зарегистрирована только в 11,7% случаев, а при окклюзии сегмента М1 СМА – в 52,9%. Допплерографическим подтверждением этому служила регистрация потока гиперперфузии после ТЛТ при наличии остаточного потока до тромболизиса. Реокклюзия и как следствие отсутствие положительной динамики отмечены у 2 (5,8%) пациентов. В этих случаях до и после ТЛТ при ТКДС фиксировали поток гипоперфузии.

Хорошего исхода ишемического инсульта по шкале mRS (≤ 2 балла) удалось достичь у 22 (64,7%) больных, из которых 12 были доставлены в период



Рис. 1. Ангиограмма, окклюзия левой СМА (указана стрелкой).

до 3 ч с момента появления первых симптомов инсульта, что свидетельствует о лучшей эффективности ТЛТ в более ранний временной интервал. Летальные исходы были у 5 (14,7%) больных с исходно зарегистрированным потоком затрудненной перфузии по СМА. Таким образом, проведение только КТ недостаточно для адекватной оценки успешности тромболизиса, так как выявление того или иного размера очага ишемии не дает возможности судить о характере церебральной гемодинамики. Именно сочетание КТ и ТКДС позволяет получить нужную информацию как о размерах и локализации зоны инфаркта головного мозга, так и о характере церебральной гемодинамики.

В качестве примера успешного тромболизиса приводим **клиническое наблюдение** больного А., 71 года.

Пациент был доставлен в Центр через 1 ч после манифестации клинической симптоматики ишемического инсульта. Неврологический статус: больной в сознании, парез взора влево. Моторная афазия. Левосторонний гемипарез со снижением мышечного тонуса (22 балла по шкале NIHSS).

КТ головного мозга не выявила очагов ишемии. При дуплексном сканировании данные о наличии гемодинамически значимого поражения экстракраниальных артерий не получены. При ТКДС выявили признаки окклюзии левой СМА. Селективная церебральная ангиография показала признаки окклюзии правой СМА на участке М1 (рис. 1).

Через 1 ч 35 мин начато введение актилизе.

После тромболизиса по данным ангиографии (рис. 2), а также ТКДС отмечена реканализация СМА.

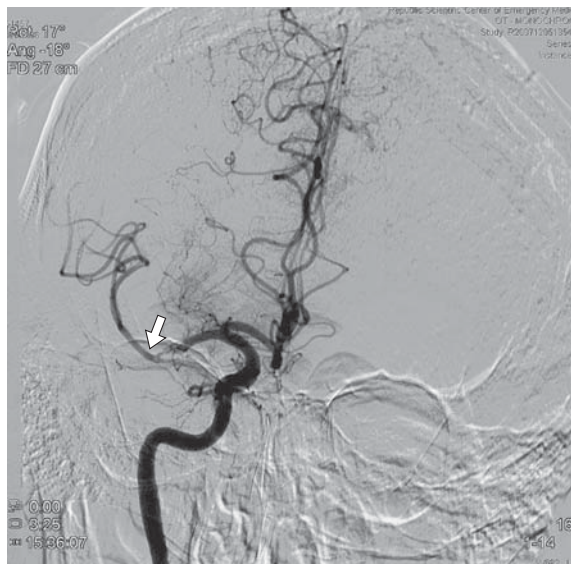
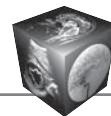


Рис. 2. Ангиограмма, реканализация левой СМА (указана стрелкой).

На фоне проводимой терапии через сутки зарегистрирован значительный регресс неврологической симптоматики (9 баллов по шкале NIHSS). К концу пребывания в клинике неврологический дефицит составил 3 балла. Остались легкий гемипарез и элементы моторной афазии.

Обсуждение

Результаты, полученные в ходе исследования, сопоставимы с данными других авторов об эффективности тромболизиса и его осложнениях [12–14]. Полученные результаты демонстрируют более высокую эффективность ТЛТ при проведении в первые 2 ч с момента манифестации клинической симптоматики, что согласуется с результатами других исследователей [13]. Достижение полной реканализации пораженной артерии в 52,9% случаев также сопоставимо с данными литературы [14, 15]. Геморрагическая трансформация ишемического очага, имевшая место в 11,7% случаев, априори обусловлена реперфузионным поражением мозга и развитием так называемой роскошной перфузии. Установлено, что геморрагическая трансформация по типу диапедезного пропитывания является маркером успешного тромболизиса и хорошего восстановления утраченных функций. Следует отметить, что на эффективность ТЛТ влияет ряд факторов, таких как оснащенность лечебно-диагностических мероприятий, подготовка медицинского персонала, осведомленность населения, доставка больных в период терапевтического «окна». Это приводит к довольно низкому удельному весу ТЛТ в лечении ишемического инсульта.

Мы считаем, что для оценки эффективности тромболизиса необходимо сочетание КТ головного мозга, позволяющей оценить локализацию и размер очага инфаркта, а также геморрагическую трансформацию ишемического очага, с ТКДС, дающим возможность изучить динамику церебральной гемодинамики до и после тромболизиса. К сожалению, нам не встретились публикации, в которых для оценки эффективности тромболизиса применяли бы сочетание КТ и транскраниальной доплерографии.

Заключение

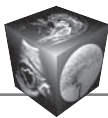
ТЛТ – эффективный метод лечения ишемического инсульта, особенно при доставке пациента в стационар в течение первых 3 ч с момента манифестации клинической симптоматики. Маркером эффективности тромболизиса является регистрация по СМА потока нормоперфузии или гиперперфузии, а критерием хорошего функционального исхода – достижение пациентом ≤ 2 баллов по mRS. Асимптомная пердиапедезная геморрагическая трансформация также может считаться маркером эффективного тромболизиса. При регистрации потока нормоперфузии чаще всего формируются лакунарные очаги ишемии. При потоке гиперперфузии, по нашим данным, при КТ выявляются средние и большие очаги инфаркта головного мозга. Поток затрудненной перфузии приводит к формированию больших и обширных зон поражения головного мозга, диагностируемых при КТ.

Таким образом, сочетание КТ головного мозга с ТКДС позволяет оценить не только размер очага поражения головного мозга, но и изучить характер церебральной гемодинамики.

Необходима дальнейшая разработка комплекса мероприятий, направленных на широкое информирование населения и врачей общей практики о симптомах инсульта и его эффективном лечении в случае доставки пациента в специализированный стационар, в котором возможно проведение ТЛТ.

Список литературы

1. Гусев Е.И., Скворцова В.И., Стаховская Л.В. Проблема инсульта в Российской Федерации: время активных совместных действий. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2007; 8: 4–10.
2. Barber P.A. Magnetic Resonance Imaging of Ischemia Viability Thresholds and the Neurovascular Unit. *Sensors*. 2013; 13: 6981–7003. DOI:10.3390/s130606981.
3. Mazighi M., Meseguer E., Labreuche J., Amarenco P. Bridging therapy in acute ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis. *Stroke*. 2012; 43 (5): 1302–1308. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.635029.

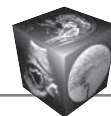


4. Guidelines for Management of Ischaemic Stroke and Transient Ischaemic Attack 2008. *Cerebrovasc Dis.* 2008; 25: 457–507. DOI: 10.1159/000131083.
5. Jauch E.C., Saver J.L., Adams H.P.Jr., Bruno A., Connors J.J., Demaerschalk B.M., Khatri P., McMullan P.W. Jr., Qureshi A.I., Rosenfield K., Scott P.A., Summers D.R., Wang D.Z., Wintermark M., Yonas H. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2013; 44 (3): 870–947. DOI: 10.1161/STR.0b013e318284056a.
6. Hacke W., Kaste M., Fieschi C. Intravenous thrombolysis with recombinant tissue plasminogen activator for acute hemispheric stroke. The European Cooperative Acute Stroke Study (ECASS). *J.A.M.A.* 1995; 274: 1017–1025.
7. The National Institute of Neurological Disorders and Stroke rt-PA. Stroke Study Group. *N. Engl. J. Med.* 1995; 352: 1245.
8. Hacke W., Kaste M., Bluhmki E., Brozman M., Dávalos A., Guidetti D., Larrue V., Lees K.R., Medeghri Z., Machnig T., Schneider D., von Kummer R., Wahlgren N., Toni D. ECASS Investigators. Thrombolysis with alteplase 3 to 4.5 hours after acute ischemic stroke. *N. Engl. J. Med.* 2008; 359 (13): 1317–1329. DOI: 10.1056/NEJMoa0804656.
9. Инсульт: диагностика, лечение, профилактика; Под ред. З.А. Суслиной, М.А. Пирадова. М.: МЕДпресс-информ, 2009. 288 с.
10. Arauz-Gongora A., Cantu-Brito C., Barinagarrementeria-Aldatz F. Patrones sonográficos por Doppler transcraneal en el infarto cerebral agudo. *Rev. Invest. Clin.* 1998; 50: 203–210.
11. Бень А.В. Состояние сердечно-сосудистой системы в остром периоде ишемического инсульта по данным комплексного ультразвукового исследования: Автореф. дисс... канд. мед. наук. М., 2000. 24 с.
12. Ючино К., Пери Д., Грота Д. Острый инсульт. М.: ГЭОТАР-Мед, 2009. 240 с.
13. Hacke W., Donnan G., Fieschi C., Kaste M., von Kummer R., Broderick J.P., Brott T., Frankel M., Grotta J.C., Haley E.C. Jr., Kwiatkowski T., Levine S.R., Lewandowski C., Lu M., Lyden P., Marler J.R., Patel S., Tilley B.C., Albers G., Bluhmki E., Wilhelm M., Hamilton S. Association of outcome with early stroke treatment: pooled analysis of ATLANTIS, ECASS and NINDS rt-PA stroke trials. *Lancet.* 2004; 363: 768–774. DOI: 10.1016/S0140-6736(04)15692-4.
14. Домашенко М.А., Максимова М.Ю., Лоскутников М.А., Никонов А.А. Опыт системного тромболизиса в лечении больных с ишемическим инсультом. *Нервные болезни.* 2012; 2: 2–6.
15. Хасанова Д.Р., Демин Т.В. Опыт применения внутривенного тромболизиса при ишемическом инсульте в Татарстане. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.* 2011; 1: 42–46.
2. Barber P.A. Magnetic Resonance Imaging of Ischemia Viability Thresholds and the Neurovascular Unit. *Sensors.* 2013; 13: 6981–7003. DOI:10.3390/s130606981.
3. Mazighi M., Meseguer E., Labreuche J., Amarenco P. Bridging therapy in acute ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis. *Stroke.* 2012; 43 (5): 1302–1308. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.635029.
4. Guidelines for Management of Ischaemic Stroke and Transient Ischaemic Attack 2008. *Cerebrovasc Dis.* 2008; 25: 457–507. DOI: 10.1159/000131083.
5. Jauch E.C., Saver J.L., Adams H.P.Jr., Bruno A., Connors J.J., Demaerschalk B.M., Khatri P., McMullan P.W. Jr., Qureshi A.I., Rosenfield K., Scott P.A., Summers D.R., Wang D.Z., Wintermark M., Yonas H. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2013; 44 (3): 870–947. DOI: 10.1161/STR.0b013e318284056a.
6. Hacke W., Kaste M., Fieschi C. Intravenous thrombolysis with recombinant tissue plasminogen activator for acute hemispheric stroke. The European Cooperative Acute Stroke Study (ECASS). *J.A.M.A.* 1995; 274: 1017–1025.
7. The National Institute of Neurological Disorders and Stroke rt-PA. Stroke Study Group. *N. Engl. J. Med.* 1995; 352: 1245.
8. Hacke W., Kaste M., Bluhmki E., Brozman M., Dávalos A., Guidetti D., Larrue V., Lees K.R., Medeghri Z., Machnig T., Schneider D., von Kummer R., Wahlgren N., Toni D. ECASS Investigators. Thrombolysis with alteplase 3 to 4.5 hours after acute ischemic stroke. *N. Engl. J. Med.* 2008; 359 (13): 1317–1329. DOI: 10.1056/NEJMoa0804656.
9. Stroke: diagnostic, treatment, prevention. Eds Suslina Z.A., Piradov M.: MEDpress-inform, 2009. 288 p. (In Russian)
10. Arauz-Gongora A., Cantu-Brito C., Barinagarrementeria-Aldatz F. Patrones sonográficos por Doppler transcraneal en el infarto cerebral agudo. *Rev. Invest. Clin.* 1998; 50: 203–210.
11. Ben A.V. Condition of cardiovascular system in acute period of ischemic stroke according to complex ultrasound data: Avtoref. diss. ... kand. med. nauk. M., 2000. 24 p. (In Russian)
12. Yucino K., Peri D., Grotta D. Acute stroke. M.: GEOTAR-MED, 2009. 240 p. (In Russian)
13. Hacke W., Donnan G., Fieschi C., Kaste M., von Kummer R., Broderick J.P., Brott T., Frankel M., Grotta J.C., Haley E.C. Jr., Kwiatkowski T., Levine S.R., Lewandowski C., Lu M., Lyden P., Marler J.R., Patel S., Tilley B.C., Albers G., Bluhmki E., Wilhelm M., Hamilton S. Association of outcome with early stroke treatment: pooled analysis of ATLANTIS, ECASS and NINDS rt-PA stroke trials. *Lancet.* 2004; 363: 768–774. DOI: 10.1016/S0140-6736(04)15692-4.
14. Domashenko M.A., Maksimova M.Yu., Loskutnikov M.A., Nikonov A.A. The experience of system thrombolysis in treatment of patients with ischemic stroke. *Nervnye bolezni.* 2012; 2: 2–6. (In Russian)
15. Khasanova D.R., Demin T.V. Experience in using intravenous thrombolysis in ischemic stroke in Tatarstan. *Neurologiya, neyropsihiatriya, psihosomatika.* 2011; 1: 42–46. (In Russian)

References

Поступила в редакцию 14.10.2016.
Принята к печати 21.12.2016.

Received on 14.10.2016.
Accepted for publication on 21.12.2016.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-63-68

Лучевая диагностика спонтанной межреберной легочной грыжи (клиническое наблюдение)

Шейх Ж.В. *, Араблинский А.В., Борзунова Н.Н., Ульянов С.А.

ГБУЗ г. Москвы Городская клиническая больница им. С.П. Боткина ДЗ г. Москвы, Россия

Radiological Diagnosis of Spontaneous Intercostal Pulmonary Hernia (Clinical Observation)

Sheikh Zh.V. *, Arablinsky A.V., Borzunova N.N., Ulyanov S.A.

S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russia

Легочная или межреберная грыжа возникает как результат выпячивания ткани легкого в подкожно-жировую клетчатку через естественные отверстия или патологически возникшие дефекты грудной стенки. Трудности диагностики истинной легочной грыжи в силу крайне редкой встречаемости данной патологии, как правило, связаны с недостаточной информированностью врачей и нередко приводят к ошибочной лечебной тактике. При диагностике легочной грыжи наряду с клинико-лабораторными данными используют такие методы исследования, как рентген, УЗИ, КТ, среди которых КТ является методом, позволяющим детально оценить состояние легочной ткани в грыжевом мешке и в остальных отделах легких, точно дифференцировать структуры средостения, а также состояние плевральных полостей и грудной стенки, определяя выбор адекватной лечебной тактики. Статья посвящена описанию случая диагностики и лечения истинной легочной грыжи.

Ключевые слова: легочная грыжа, диагностика, компьютерная томография.

Ссылка для цитирования: Шейх Ж.В., Араблинский А.В., Борзунова Н.Н., Ульянов С.А. Лучевая диаг-

ностика спонтанной межреберной легочной грыжи (клиническое наблюдение). *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 63–68.

DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-63-68.

Pulmonary or intercostal hernia appears as a bulge lung tissue result in the subcutaneous fat through a natural orifice or pathologically caused defects of the chest wall. Difficulties of diagnosis of the true pulmonary hernia owing to extremely infrequent occurrence of this pathology are, as a rule, bound to poor knowledge of doctors and quite often lead to inaccurate medical tactics. In the diagnosis of lung hernia along with clinical and laboratory data are used such research methods as x-ray, ultrasound, CT, among which, CT is a highly informative investigation method that allows to evaluate the status of lung tissue in the hernia sac and in other parts of the lungs, just to visualize the structures of the mediastinum, as well as the condition of the pleural cavity and chest wall, determining its proper treatment.

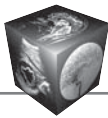
Key words: pulmonary hernia, diagnostics, computed tomography.

Для корреспонденции*: Шейх Жанна Владимировна – 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 5. ГБУЗ Городская клиническая больница им. С.П. Боткина. Тел.: 8-495-945-87-22, 8-910-453-19-32. E-mail: zhanna.sheikh@mail.ru

Шейх Жанна Владимировна – доктор мед. наук, заведующая отделением компьютерной томографии отдела лучевой диагностики ГКБ им. С.П. Боткина ДЗ г. Москвы; **Араблинский Андрей Владимирович** – доктор мед. наук, профессор, заведующий отделом лучевой диагностики ГКБ им. С.П. Боткина ДЗ г. Москвы; **Борзунова Наталья Николаевна** – врач отделения компьютерной томографии отдела лучевой диагностики ГКБ им. С.П. Боткина ДЗ г. Москвы; **Ульянов Сергей Александрович** – врач отделения торакальной хирургии ГКБ им. С.П. Боткина ДЗ г. Москвы.

Contact*: Zhanna V. Sheikh – 125284 Moscow, 2-nd Botkinsky proezd, 5, City S.P. Botkin Clinical Hospital. Phone: 8-495-945-87-22, 8-910-453-19-32. E-mail: zhanna.sheikh@mail.ru

Zhanna V. Sheikh – doct. of med. sci., head of the department of CT at the S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow; **Andrey V. Arablinsky** – doct. of med. sci., professor, head of the Department of beam diagnostics at the S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow; **Natalya N. Borzunova** – doctor of the department of CT at S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow; **Sergey A. Ulyanov** – doctor of the department of thoracic surgery at the S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow.



Recommended citation: Sheikh Zh.V., Arablinsky A.V., Borzunova N.N., Ulyanov S.A. Radiological Diagnosis of Spontaneous Intercostal Pulmonary Hernia (Clinical Observation). *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 63–68. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-63-68.

Легочная или межреберная грыжа возникает как результат выпячивания ткани легкого в подочно-жировую клетчатку через естественные отверстия или патологически возникшие дефекты грудной стенки [1]. Выпячивание может возникнуть в любом отделе грудной клетки [2]. Трудности диагностики истинной легочной грыжи в силу крайне редкой встречаемости данной патологии, как правило, связаны с недостаточной информированностью врачей и нередко приводят к ошибочной лечебной тактике. Впервые легочную грыжу описал Роланд в 1499 г., Мунелл в 1968 г. опубликовал данные 68 клинических наблюдений спонтанных легочных грыж [3]. Легочные грыжи подразделяют на спонтанные и приобретенные. Спонтанные легочные грыжи возникают, как правило, при кашле и часто исчезают в покое [4]. Спонтанные легочные грыжи обычно появляются вследствие избыточного выпячивания верхушки легкого через верхнюю апертуру грудной клетки. К приобретенным относят послеоперационные и посттравматические грыжи вследствие закрытой травмы груди или проникающего ранения грудной клетки, а также при получении тупых ударов в область грудины, когда имеет место полный разрыв межреберных мышц на ограниченном участке без повреждения кожи. Благодаря этому структура легочной ткани позволяет легко формировать грыжевой мешок [5].

Также вываливание легкого может формироваться в результате перенесенных заболеваний, которые в той или иной мере способствуют патологии мышечного, костного аппарата грудной клетки [2]. К таким заболеваниям можно отнести: туберкулез, кахексию, эмфизему легких [6]. Последняя часто встречается у музыкантов, играющих на духовых инструментах, и курильщиков. Подобные выпячивания также могут быть врожденными. В данном случае речь идет о выпячиваниях верхней апертуры грудной клетки в районе кивательной мышцы шеи. Они очень редко приводят к ущемлению ткани легкого и могут рассасываться без постороннего вмешательства [4].

Больные с легочной грыжей, как правило, предъявляют жалобы на наличие опухолевидного образования, появляющегося на грудной стенке при кашле или натуживании. Интенсивность болей в области грыжи может быть разной в зависимости от локализации и размеров грыжевого мешка.

При объективном обследовании определяется выпячивание грудной стенки мягкоэластической консистенции, которое увеличивается при кашле, натуживании или при любом другом физическом напряжении, сопровождающемся повышением внутригрудного давления. Иногда пальпаторно в покое могут определяться дефект мягких тканей в межреберном промежутке и ограничивающие его участки прилежащих ребер [1, 4].

Диагностика легочной грыжи является актуальной проблемой современной радиологии в силу довольно редкой встречаемости в популяции данной патологии [4]. В отечественной литературе описаны единичные случаи спонтанной легочной грыжи в хирургической практике. В последние годы в зарубежной литературе отмечено появление ряда публикаций, посвященных рентгенологическим и компьютерно-томографическим аспектам диагностики легочной грыжи [7]. Использование МСКТ в предоперационной диагностике спонтанной легочной грыжи позволяет точно визуализировать содержимое грыжевого мешка и состояние грыжевых ворот, определяя адекватное лечение.

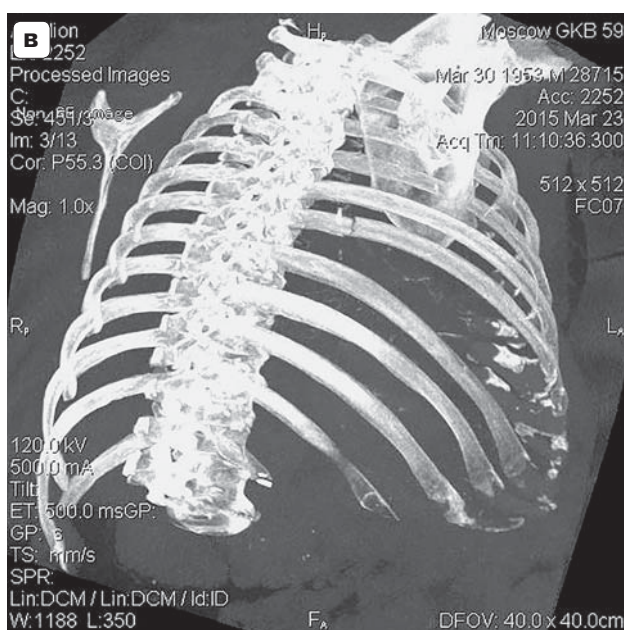
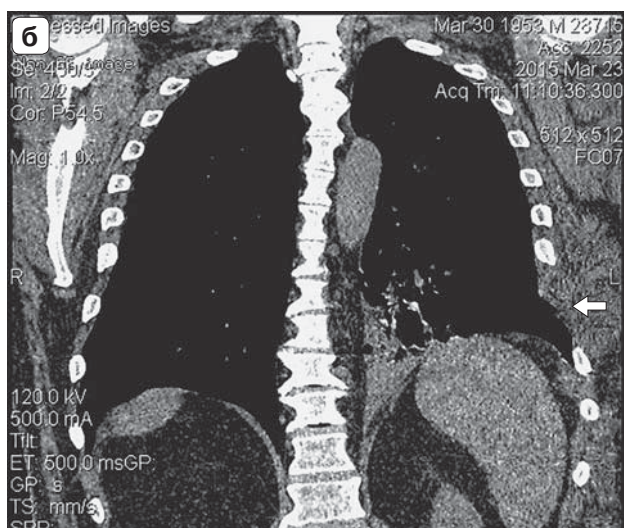
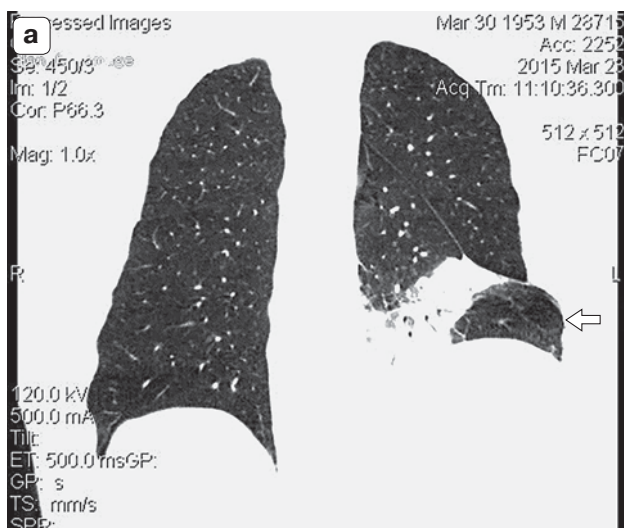
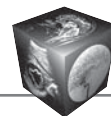
В остром периоде при легочной грыже обычно достаточно эффективно консервативное лечение, включающее наложение тугой повязки, применение обезболивающих препаратов и подавление кашля [4].

На сегодняшний день используются 2 основных вида оперативного вмешательства: открытая операция и эндоскопическое вмешательство. Оба метода в хирургии используют одинаково часто, и выбор того или иного способа хирургического вмешательства всецело зависит от состояния здоровья больного, характера и объема грыжевого выпячивания [4].

В ГКБ им. С.П. Боткина в период с 2010 до 2015 г. наблюдали всего троих пациентов, имеющих легочные грыжи различной локализации. Все трое были успешно прооперированы, один из них умер в позднем послеоперационном периоде от сопутствующей бронхиальной астмы.

Приводим **клиническое наблюдение** успешного лечения больного с легочной грыжей.

Пациент С., 61 года, находился в хирургическом отделении ГКБ им. С.П. Боткина с 18.03.15 по 09.04.15 с диагнозом: спонтанный разрыв хрящевой части VII–VIII ребер в зоне реберной дуги слева, перелом VII ребра по паравертебральной линии, разрыв межреберных мышц в седьмом межреберье. Легочная грыжа. Левосторонняя нижнедолевая пневмония. Левосторонний гидроторакс. Дыхательная недостаточность 0–I степени. Ожирение II–III степени. Ишемическая болезнь сердца. Атеросклеротический кардиосклероз. Гипертоническая бо-



лезнь III стадии. Недостаточность кровообращения 0–I стадии.

Жалобы при поступлении на боли в грудной клетке слева, кашель, одышку, “вздутие” мягких тканей грудной клетки слева.

Анамнез заболевания: болен с 05.03.15, когда появились сильный кашель, одышка, повышение температуры тела. С 12.03 по 18.03.15 пациент находился на лечении в ГКБ №56 по поводу внебольничной левосторонней нижнедолевой пневмонии. На фоне проводимого лечения 18.03.15 при сильном кашле отметил появление болей в левой половине грудной клетки, передней брюшной стенке, позже появилось подкожное кровоизлияние, распространяющееся вниз. Травму в анамнезе отрицает.

Для исключения сопутствующих воспалительных изменений в органах грудной и брюшной полости были выполнены следующие исследования:

Общий анализ крови, биохимический анализ крови, общий анализ мочи от 12.03.15, при которых патологических изменений не выявлено.

Рентген грудной клетки 12.03.15: пневмония в нижней доле слева.

УЗИ брюшной полости 16.03.15: диффузные изменения печени и поджелудочной железы. Инфильтрация подкожно-жировой клетчатки левой лопаточной области.

УЗИ мягких тканей 18.03.15: при исследовании мягких тканей левой лопаточной области отмечаются отек подкожно-жировой клетчатки, имбиция мышечной ткани с жидкостными межмышечными прослойками.

УЗИ плевральных полостей 18.03.15: слева неоднородная жидкость, пониженной эхогенности ткань легкого.

Рентген грудной клетки 19.03.15: перелом VII ребра слева по заднеподмышечной линии с незначительным смещением отломков, косвенные симптомы разрыва межреберных мышц слева между VII–VIII, VIII–IX ребром с диастазом между ребрами до 2,5–3,0 см, повреждением костальной и, возможно, частично висцеральной плевры и образованием “грыжевого выпячивания” в мягких тканях на уровне VIII–IX ребер по типу ограниченного гидропневмоторакса, деформация и уплотне-

Рис. 1. Спонтанная межреберная легочная грыжа нижней доли левого легкого. КТ-изображения до операции. а – мультипланарная реформация в коронарной проекции в легочном режиме. В прилежащих отделах S_{IX}, х визуализируется зона уплотнения легочной ткани с симптомом “воздушной бронхографии”; б – мультипланарная реформация в коронарной проекции в мягкотканном режиме. Пролабирование нижней доли левого легкого в межреберный дефект; в – 2D-реформация в косой проекции с использованием MIP. Перелом заднего отрезка VII ребра слева с расширением межреберного промежутка на уровне VII–VIII ребра.

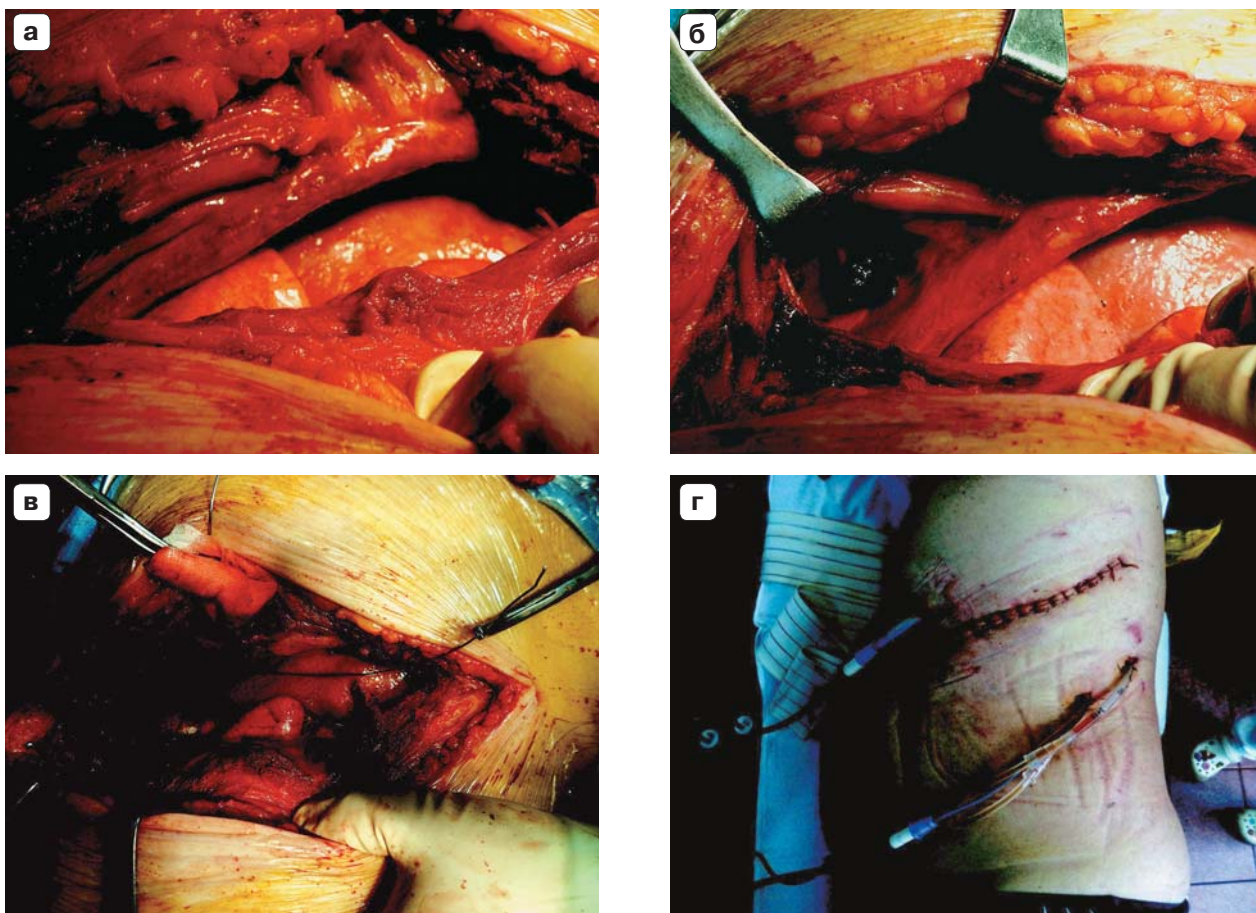


Рис. 2. Интраоперационные изображения грудной клетки. а – дефект межреберных мышц с оmozоленными краями; б – полость грыжи в мягких тканях грудной стенки; в – пластика дефекта межреберного промежутка танталовой проволокой; г – конечный этап операции. Плевральная полость и мягкие ткани дренированы.

ние левого купола диафрагмы с частичной фиксацией последнего на уровне межмышечного дефекта.

При повторном исследовании общего анализа крови, биохимического анализа крови, общего анализа мочи через 10 дней отмечается увеличение показателей мочевины до 11,3 (2,8–7,2), креатинина – 165 (72–127), появление в общем анализе мочи лейкоцитов – 10–12 в поле зрения, белка – 0,44 г/л.

КТ органов грудной клетки 24.03.15. КТ-картина левосторонней нижнедолевой пневмонии. Левосторонний гидроторакс. Межреберная грыжа на уровне VII–VIII ребра. Перелом заднего отрезка VII ребра слева со смещением (рис. 1).

По итогам обследования больному был поставлен диагноз: спонтанный разрыв хрящевой части VII–VIII ребра в зоне реберной дуги слева, перелом VII ребра по паравертебральной линии, разрыв межреберных мышц в седьмом межреберье. Легочная грыжа. Левосторонняя нижнедолевая пневмония. Левосторонний гидроторакс. Дыхательная недостаточность 0–I степени.

26.03.15 больному выполнено *оперативное вмешательство: левосторонняя торакотомия, торакопластика*

собственными тканями, дренирование левой плевральной полости и полости мягких тканей грудной стенки. Под комбинированным эндотрахеальным наркозом в седьмом межреберье слева произведен разрез кожи, клетчатки и мышц грудной стенки. Выявлен травматический разрыв межреберных мышц и костальной плевры, разрыв хряща VII ребра в области реберной дуги и перелом VII ребра по паравертебральной линии. Межреберный дефект длиной 40–45 см. В плевральной полости до 500 мл серозного выпота. Нижняя доля левого легкого несколько уплотнена. Определяется “карман” под отслоенными мышцами грудной стенки – полость дренирована через контрапертуру. Дренирование плевральной полости в шестом межреберье по передней подмышечной линии и в девятом межреберье по задней подмышечной линии. Наложены 4 металлических шва на протяжении VII и VIII ребер, стянуты. Дефект межреберного промежутка устранен (рис. 2).

В послеоперационном периоде больному проводили антибактериальную и симптоматическую терапию. ЛФК. Физиотерапевтическое лечение, санационные промывания плевральной полости растворами антисептиков и

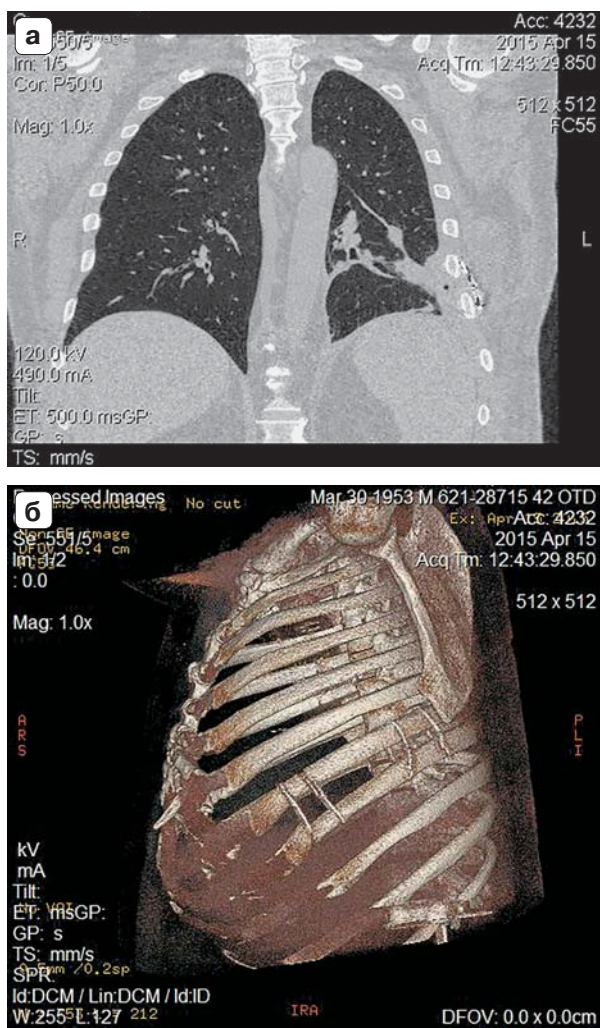
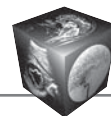


Рис. 3. КТ-изображения после хирургической операции: торокопластика. а – МПР в коронарной проекции. В проекции межреберного промежутка VII–VIII ребра визуализируется металлический шовный материал. На этом уровне, в прилежащих отделах S_{VI} , визуализируется зона уплотнения легочной ткани, соответствующая послеоперационному геморрагическому пропитыванию. В плевральной полости определяется пузырек воздуха; б – 3D-МПР. Нормализация просвета межреберного промежутка с помощью металлических скоб с восстановлением каркаса грудной клетки.

озонированным физиологическим раствором. Лечение проводилось под Rg- и ультразвуковым контролем.

При контрольном исследовании *биохимического анализа крови* через 11 дней отмечается нормализация показателей мочевины – 3,8 (2,8–7,2), понижение уровня креатинина – 138 (72–127).

Изменений в показателях *общего анализа крови и общего анализа мочи* не выявлено.

УЗИ плевральных полостей 13.04.15. Свободная жидкость справа не определяется. Слева содержимое неоднородной структуры до 150–200 мл.

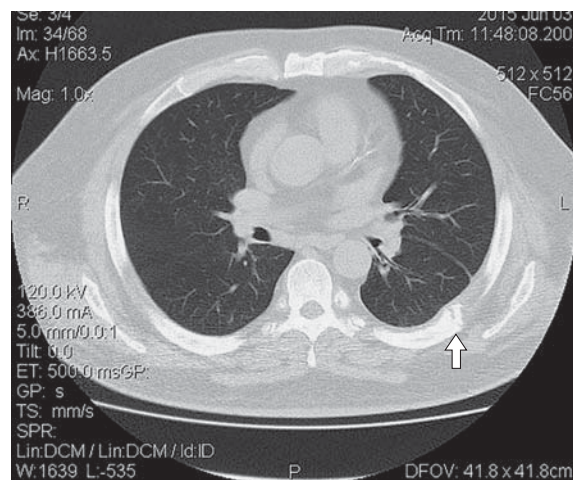


Рис. 4. КТ-изображение через 2 мес 8 дней после операции. Нормализация пневматизации легочной ткани в области операции. Формирующаяся костная мозоль в заднем отрезке VII ребра.

УЗИ мягких тканей 13.04.15. В аксиллярной области, выше послеоперационного шва, межмышечно определяется гипоэхогенное образование плащевидной формы размерами 100 × 5 × 45 мм, до 15 мл, без динамики.

КТ органов грудной клетки 15.04.15. Послеоперационные изменения левого гемиторакса. Небольшой гидропневмоторакс слева. Левосторонняя нижнедолевая пневмония в фазе неполного обратного развития (рис. 3).

На фоне проводимой антибактериальной терапии состояние пациента было с положительной динамикой, температура нормальная, кашля нет, мокроту не выделяет, активен, гемодинамика стабильная. Послеоперационная рана зажила, послеоперационный период без осложнений. Дренажи удалены. Выписан с улучшением.

Через месяц после выписки пациенту было выполнено контрольное КТ-исследование органов грудной клетки. Нормализация пневматизации легочной ткани в области операции. Формирующаяся костная мозоль в заднем отрезке VII ребра (рис. 4).

Контрольные КТ-исследования у больного в раннем и позднем послеоперационном периодах продемонстрировали успешное лечение сопутствующей пневмонии и динамику состояния органов грудной полости, что определило положительный прогноз заболевания.

Обсуждение

Диагноз легочной грыжи ставится на основании жалоб, данных объективного осмотра и результатов лучевых методов диагностики, таких как рентгенологическое исследование, УЗИ и КТ [2, 8]. В представленном клиническом наблюдении пациент предъявлял жалобы на боли в грудной клетке со стороны поражения, кашель и одышку, что соответствовало данным литературы [2, 4]. Представленный нами клинический пример демон-



стрирует, что рентгенологическое исследование является достаточно информативным методом диагностики легочной грыжи, позволяет выявить наличие грыжевого выпячивания, его размеры и форму, оценить состояние легочной ткани с обеих сторон, выявить наличие жидкости и/или воздуха в плевральных полостях и нарушение целостности костей и мышц грудной стенки. УЗИ грудной клетки, как при других видах поражения грудной полости, является дополнительным методом диагностики и позволяет проводить оценку состояния мягких тканей грудной стенки, степени отека и возможной имбибиции кровью межреберных мышц при межреберной грыже и проводить мониторинг количества содержимого в плевральных полостях в процессе лечения. По данным УЗИ в приведенном нами клиническом наблюдении в предоперационном периоде были отчетливо выявлены отек подкожно-жировой клетчатки мягких тканей левой лопаточной области и имбибиция мышечной ткани с жидкостными межмышечными прослойками. Использование УЗИ в послеоперационном периоде позволило проводить динамическое наблюдение за сформировавшимся жидкостным скоплением в мягких тканях в области послеоперационного шва и судить о состоянии окружающих мягких тканей грудной стенки. Однако основным и наиболее точным методом диагностики заболеваний грудной полости, как известно, является КТ, которая и была выполнена пациенту для детальной оценки состояния органов грудной клетки. Использование легочного режима при КТ позволило уточнить состояние легочной ткани в грыжевом мешке и в смежных отделах легкого, а также во всех отделах легочной ткани. При использовании медиастинального режима при КТ было уточнено состояние плевральных полостей с обеих сторон и структур средостения и грудной стенки, что определило выбор адекватной лечебной тактики, что соответствовало данным литературы [7, 8]. Построение мультипланарных реформаций и использование MIP- и MINIP-изображений также явилось большим преимуществом КТ для определения оптимального хирургического доступа к грыжевому выпячиванию. КТ также дала возможность точно определить характер сопутствующей патологии в грудной полости, сопровождающей появление легочной грыжи, а именно пневмонию, возникающую вследствие сдавления смежных отделов легкого, с нарушением пневматизации и васкуляризации легоч-

ной ткани. В диагностике легочной грыжи КТ – высокоинформативный метод исследования, который позволяет детально оценить состояние легочной ткани и структур средостения, а также выявить возможный пневмо-, гидро- и/или гемоторакс, отек, кровоизлияние либо воспалительную инфильтрацию мягких тканей грудной стенки, переломы ребер, реже – медиастинит [1, 4].

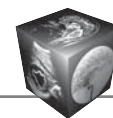
При обнаружении легочной грыжи в более позднем периоде, когда развиваются рубцовые сращения между пролабируемым легким и грудной стенкой в межреберном промежутке, показано оперативное лечение [4]. Правильно выполненная хирургическая операция, как правило, приводит к полному выздоровлению [2, 4, 8].

Заключение

КТ является высокоинформативным методом диагностики, позволяющим своевременно и точно установить диагноз легочной грыжи, дает возможность провести точную оценку состояния легочной ткани, структур средостения и всех анатомических элементов грудной стенки, определяя выбор адекватной лечебной тактики.

Список литературы / References

1. Вагнер Е.А. Хирургия повреждений груди. М.: Медицина, 1981: 128–288.
Vagner E.A. Surgery breast lesions. M.: Medicine, 1981; 128–288. (In Russian)
2. Багненко С.Ф., Тулупов А.Н., Кабанов М.Ю., Кулишкин В.А., Мирзабаев А.Т. Межреберная легочная грыжа в результате спонтанного разрыва реберной дуги. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2006; 3: 80–81.
Bagненко S.F., Tulupov A.N., Kabanov M.Yu., Kulishkin V.A., Mirzabaev A.T. Intercostal pulmonary hernia as a result of spontaneous rupture of the costal arch. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova*. 2006; 3: 80–81. (In Russian)
3. Munnell E.R. Herniation of the lung. *Ann. Thorac. Surg.* 1968; 5: 204–212.
4. Donato A.T., Hipona F.A., Navani S. Spontaneous lung hernia. *Chest*. 1973; 64: 254–256.
5. Saw E.C., Yokoyama T., Lee B.C., Sargent E.N. Intercostal pulmonary hernia. *Arch. Surg.* 1976; 111 (5): 548–551.
6. Kosałka J., Wawrzycka-Adamczyk K., Jurkiewicz P., Pawlik W., Milewski M., Musiał J. Cough-induced lung intercostal hernia. *Pneumonol. Allergol. Pol.* 2016; 84 (2): 119–120. DOI: 10.5603/PIAP.2016.0011.
7. Bagenal J.D., Capoun R., Casali G. Lung hernia following minithoracotomy for epicardial lead placement. *BMJ Case Rep.* 2013 Apr 9. DOI: 10.1136/bcr-2013-009317.
8. Торакальная хирургия: Руководство для врачей; Под ред. Бисенкова Л.Н. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2004: 225–226.
Thoracic Surgery: Guidelines for doctors. Ed. Bisenkova L.N. SPb.: AELBI-SPb, 2004: 225–226. (In Russian)



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-69-74

Зональная анатомия предстательной железы: всегда ли нам нужна центральная зона?

Громов А.И.^{1, 2 *}, Капустин В.В.^{1, 3}, Прохоров А.В.^{2, 4}

¹ ФГБОУ ВО “Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова” Минздрава России, Москва

² ГБУЗ “Научно-практический центр медицинской радиологии ДЗ г. Москвы”, Москва, Россия

³ ГАУЗ “Московская городская онкологическая больница №62 ДЗ г. Москвы”, Москва, Россия

⁴ ГБУЗ “Городская клиническая больница им. Д.Д. Плетнева ДЗ г. Москвы”, Москва, Россия

Prostate Zonal Anatomy: do we Always Need Central Zone?

Gromov A.I.^{1, 2 *}, Kapustin V.V.^{1, 3}, Prokhorov A.V.^{2, 4}

¹ A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

² Radiology Research and Practical Center of Moscow Department of Healthcare, Moscow, Russia

³ Moscow municipal oncological hospital No.62, Moscow, Russia

⁴ D.D. Pletnev Municipal clinical Hospital, Moscow, Russia

В статье представлена историческая справка, представляющая подходы морфологов и радиологов к вопросу долевого строения предстательной железы. Учитывая наличие путаницы в отношении термина “центральная зона”, предлагается избегать его применения в заключениях магнитно-резонансного и ультразвукового исследования. Использовать деление железы на 39 секторов рекомендуется только при описании МР-исследования простаты, выполненного в соответствии с рекомендациями системы PI-RADSv2.

Ключевые слова: предстательная железа, зональная анатомия, магнитно-резонансная томография, ультразвуковое исследование.

Ссылка для цитирования: Громов А.И., Капустин В.В., Прохоров А.В. Зональная анатомия предстательной железы: всегда ли нам нужна центральная зона? *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 69–74. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-69-74.

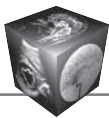
This paper contains historical review of prostate gland zonal anatomy approaches from morphological and radiological points of view. Nowadays, some confusion remains in “central zone” term usage. Thus, authors propose to avoid using this term in conclusions of MR and TRUS exams. It's also recommended to use 39 sectors prostate scheme for tumor localization only in cases, where MR exams were technically corresponded to PI-RADSv2 system requirements.

Key words: prostate gland, zonal anatomy, MRI, trans-rectal ultrasound.

Recommended citation: Gromov A.I., Kapustin V.V., Prokhorov A.V. Prostate Zonal Anatomy: do we Always Need Central Zone? *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 69–74. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-69-74.

Введение

При анализе заключений, сформированных по результатам МРТ-исследований органов малого таза мужчин, которые размещены в Единой радиологической информационной системе, отмечено, что авторы пользуются чрезвычайно широким спектром терминов, характеризующих местоположение выявленных изменений в предстательной железе. Используется деление железы на доли, зоны, части, сегменты, секторы, регионы, этажи, трети, концы и пр. Такая ситуация во многом определена исторически сложившимся интересом исследователей оставить свой вклад в истории, предложив новую классификацию строения железы. Это привело к значительной путанице в терминах, имеющих в заключениях, а как результат – к неправильной интерпретации данных проведенных исследований.



История вопроса

Существует множество классификаций долевого строения предстательной железы. Урологи традиционно выделяют 3 доли – 2 боковые и среднюю [1]. Однако существовали и другие классификации: деление предстательной железы на 5 долей – переднюю, заднюю, среднюю и 2 боковых [2], на 6 долей – 2 задние, 2 внутренние и 2 боковые [3]. В настоящее время наиболее распространенной является зональная анатомия предстательной железы, разработанная J.E. McNeal в 1981 г. [4]. Он выделил 4 железистые зоны (центральную, периферическую, 2 переходные) и 4 фиброзно-мышечных слоя (переднюю фибромускулярную строму, препростатический сфинктер, продольные гладкомышечные волокна уретры и постпростатический сфинктер). Схематическое изображение расположения зон железы представлено на рис. 1 и 2.

Исходя из особенностей лучевой картины простаты, особый интерес представляет классификация, предложенная M.D. Rifkin и соавт. в 1990 г. [5]. В соответствии с ней в предстательной железе выделяют 3 части. Передняя часть соответствует фиброзно-мускулярной строме по классификации J.E. McNeal. Эта фиброзная зона практически не визуализируется при ТРУЗИ и, поскольку не содержит железистой ткани, не играет роли в развитии гиперплазии или рака предстательной железы. “Наружная железа” (outergland) или наружная часть железы является совокупностью периферической и центральной зон. “Внутренняя железа” (innergland) или внутренняя часть железы включает в себя переходные зоны, зону периуретральных желез и зону мышечных слоев внутреннего сфинктера мочеиспускательного канала. Казалось бы, данная классификация наиболее логично определяет строение предстательной железы, исполь-

зующееся для анализа эхографических и МР-изображений (рис. 3), однако она не сумела получить широкое распространение в практической работе. Одной из причин является неудобство самих терминов – “inner” и “outergland” и сложность перевода их на русский язык. Мы предложили переводить термины “inner” и “outergland”, как внутренняя и наружная части железы (см. выше), что могло бы привести к большей однотипности в заключениях [6].

Что касается МР-диагностики рака предстательной железы, то для ее стандартизации в 2007 г. была сформирована Международная рабочая группа, итогом работы которой стала система PI-RADS (Prostate Imaging and Reporting and Data System), которая была опубликована в виде рекомендаций Европейского общества урогенитальной радиологии (ESUR) в 2012 г. [7]. Данная система рекомендовала использовать схему деления предстательной железы на ряд сегментов. Однако уже в 2015 г. была опубликована вторая версия данной системы [8, 9]. В этой версии предлагается описывать локализацию предполагаемой опухоли на основе зональной анатомии по McNeal и деления железы на трети: основание, среднюю треть, верхушку. Соответственно местоположение выявленных изменений привязывается к схеме из 39 секторов: 36 секторов, представляющих саму предстательную железу, а также семенные пузырьки и мембранозный отдел уретры. Авторы данной системы не рекомендуют использовать термин “centralgland” – “внутренняя часть железы” как совокупность переходной и центральных зон, особенно у пациентов с доброкачественной гиперплазией предстательной железы, так как это не отражает морфологию простаты. Причем обратите внимание, в данном документе понятие

Для корреспонденции*: Громов Александр Игоревич – 107076 Москва, Средняя Калитниковская ул., д. 28, стр. 1. Научно-практический центр медицинской радиологии ДЗ г. Москвы. Тел.: +7-495-276-04-36. E-mail: gai8@mail.ru

Громов Александр Игоревич – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова” МЗ РФ; главный научный сотрудник экспертного отдела Научно-практического центра медицинской радиологии ДЗ г. Москвы, Москва; **Капустин Владимир Викторович** – доктор мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова” МЗ РФ; заведующий отделением ультразвуковой диагностики ГАУЗ “Московская городская онкологическая больница №62 ДЗ г. Москвы”, Москва; **Прохоров Андрей Владимирович** – канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник экспертного отдела Научно-практического центра медицинской радиологии ДЗ г. Москвы; заведующий отделением ультразвуковой диагностики Городской клинической больницы им. Д.Д. Плетнева ДЗ г. Москвы, Москва.

Contact*: Alexander I. Gromov –28/1, Srednyaya Kalitnikovskaya str., 107076, Moscow, Russia. Scientific and Practical Center of Medical Radiology. Phone: +7-495-276-04-36. E-mail: gai8@mail.ru

Alexander I. Gromov – doct. of med. sci., professor, professor of radiology department of A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; Chief Researcher of Expert Department of Radiology Research and Practical Center of Moscow Department of Healthcare, Moscow; **Vladimir V. Kapustin** – doct. of med. sci., associate professor of radiology department A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; Head of Ultrasound diagnostics department of Moscow municipal oncological hospital No.62, Moscow; **Andrey V. Prokhorov** – cand. of med. sci., leading scientist of Expert Department of Radiology Research and Practical Center of Moscow Department of Healthcare; Head of Ultrasound diagnostics department of D.D. Pletnev Municipal clinical Hospital, Moscow.

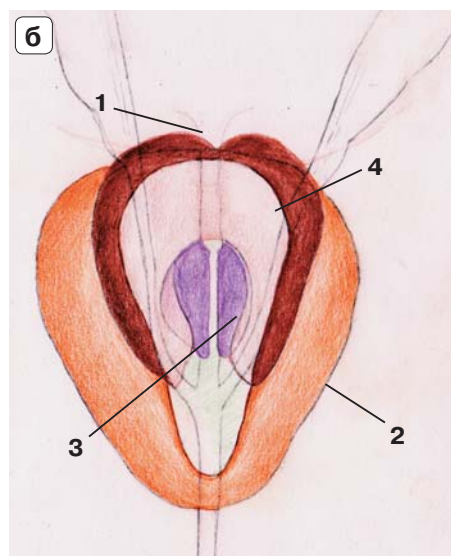
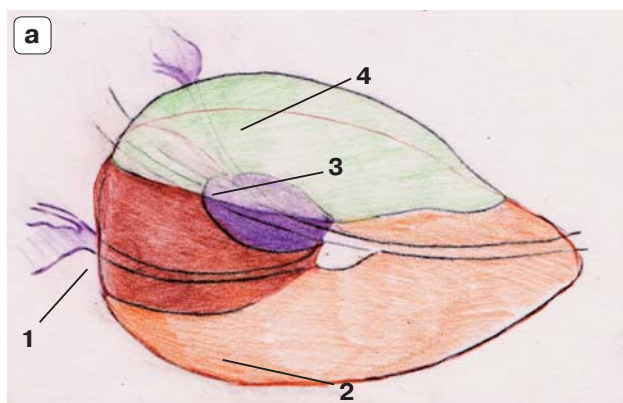


Рис. 1. Схематическое изображение зональной анатомии предстательной железы (по J.E. McNeal, 1981). а – в сагиттальной плоскости; б – во фронтальной (корональной) плоскости. 1 – центральная зона; 2 – периферическая зона; 3 – переходные зоны; 4 – передняя фибромускулярная зона.

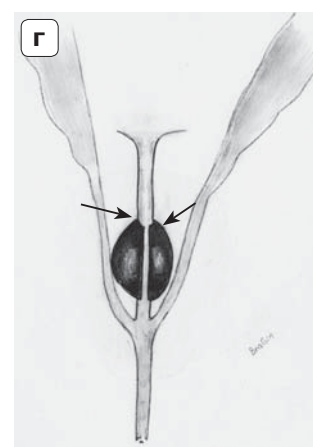
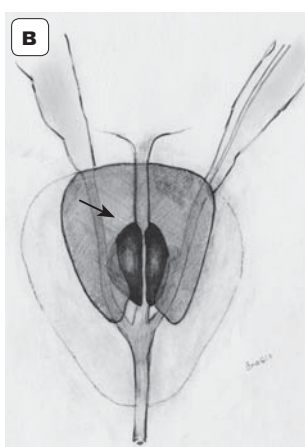
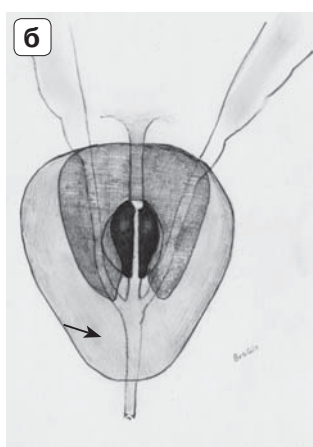
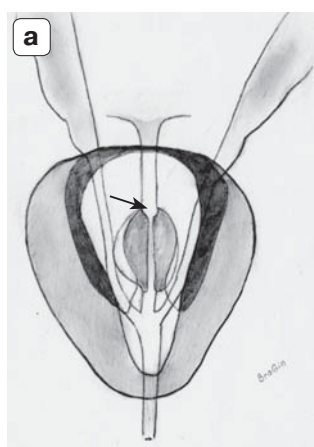


Рис. 2. Схематическое изображение зональной анатомии предстательной железы (по J.E. McNeal, 1981) в корональной плоскости, последовательно “удаляются” указанные стрелками зоны. а – представлены все зоны железы (стрелка – передняя фибромускулярная строма); б – стрелка – периферическая зона; в – стрелка – центральная зона; г – стрелка – переходные зоны.

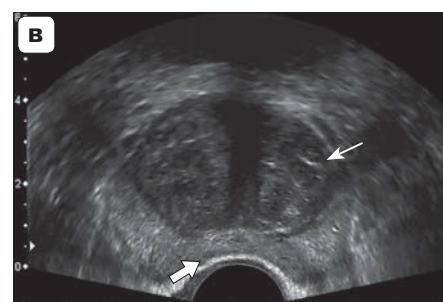
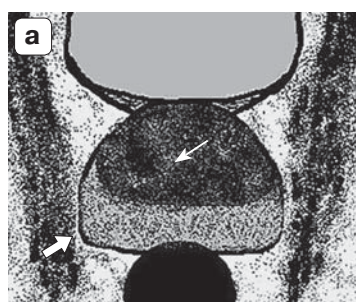


Рис. 3. Разделение простаты на части. а – схематическое изображение; б – T2-взвешенное МР-изображение, аксиальная плоскость; в – поперечное ТРУЗ-изображение. Стрелка – наружная часть железы; тонкая стрелка – внутренняя часть железы.

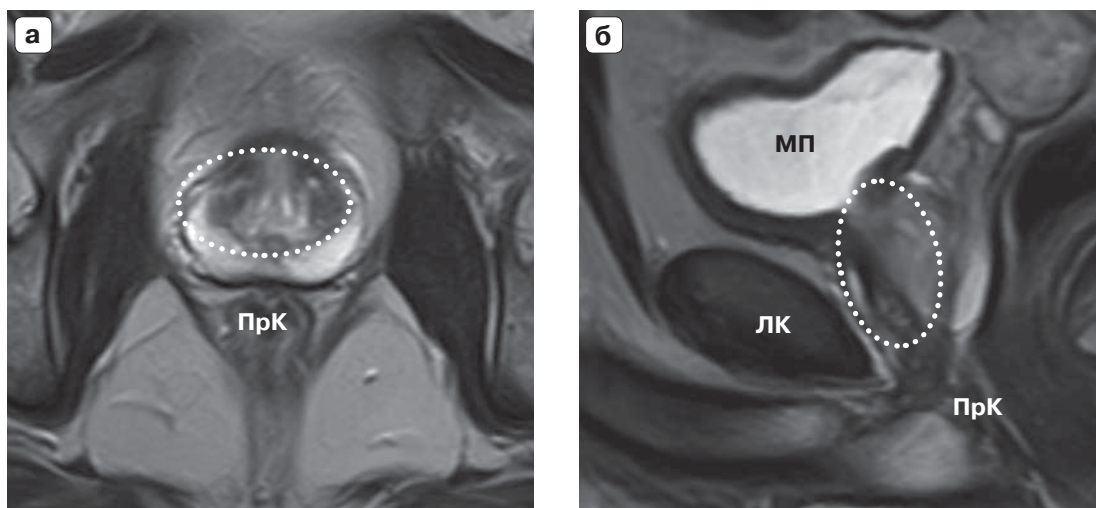
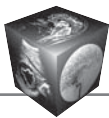


Рис. 4. Зональная дифференцировка простаты на Т2-взвешенных МР-изображениях в норме. а – аксиальная плоскость; б – сагиттальная плоскость. Переходные зоны обведены пунктирной линией. МП – мочевого пузыря; ПрК – прямая кишка; ЛК – лонная кость.

“centralgland” отличается от такого же понятия, которое было предложено M.D. Rifkin и соавт. в 1990 г. [5]. Там “centralgland” не включает центральную зону железы по классификации McNeal.

Обсуждение

Основная проблема, по нашему мнению, заключается в неправильном понимании термина “центральная зона железы”. Во многих заключениях практикующих специалистов ультразвуковой и МР-диагностики, более того, в научных публика-

циях описывают изменения в центральной зоне предстательной железы, при этом подразумевается их локализация в переходных зонах. Причиной этой ошибки является то, что переходные зоны, имеющие пониженную интенсивность МР-сигнала на Т2ВИ, на аксиальных срезах располагаются как бы в центре предстательной железы и окружены периферической зоной, имеющей высокую интенсивность сигнала на Т2ВИ (рис. 4). Истинная центральная зона (по классификации McNeal) может быть идентифицирована практически только у молодых пациентов с отсутствием выраженной доброкачественной гиперплазии при сканировании в коронарной плоскости. Она, как гласит система PI-RADSv2, представляет собой “ткани железы, окружающие семявыбрасывающие протоки сзади и сверху, от основания железы до семенного бугорка; имеет вид перевернутого конуса, с основанием, направленным в основание железы; содержит больше стромы, чем железистой ткани” (рис. 5). При этом в этой же системе PI-RADSv2 постулируется, что рак, поражающий центральную зону, представляет собой распространение опухоли из периферической зоны. Таким образом, в практической работе, обследуя пациентов в основном средней и старшей возрастной групп, при наличии у них доброкачественной гиперплазии предстательной железы, нам не удастся дифференцировать “истинную” центральную зону предстательной железы. Однако если такое исследование выполнено в соответствии с рекомендациями PI-RADSv2, то сама эта система предлагает решение этого терминологического спора.

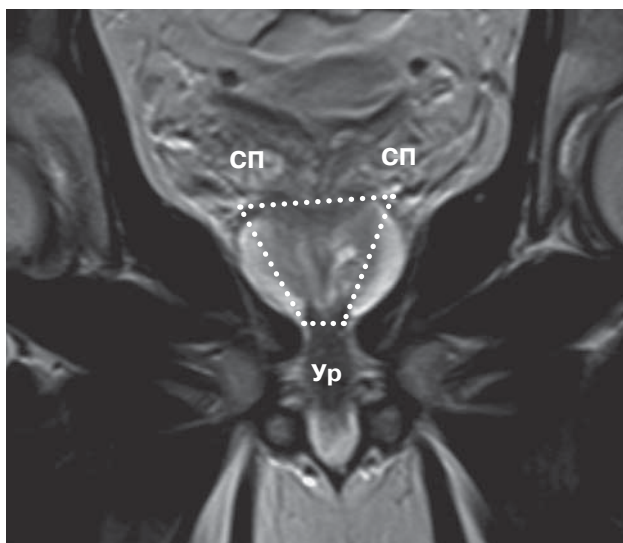


Рис. 5. Т2-взвешенное МР-изображение простаты в коронарной плоскости. Центральная зона имеет вид конуса, направленного от основания железы к семенному бугорку (выделена пунктирной линией). СП – семенные пузырьки; Ур – мембранный отдел уретры.

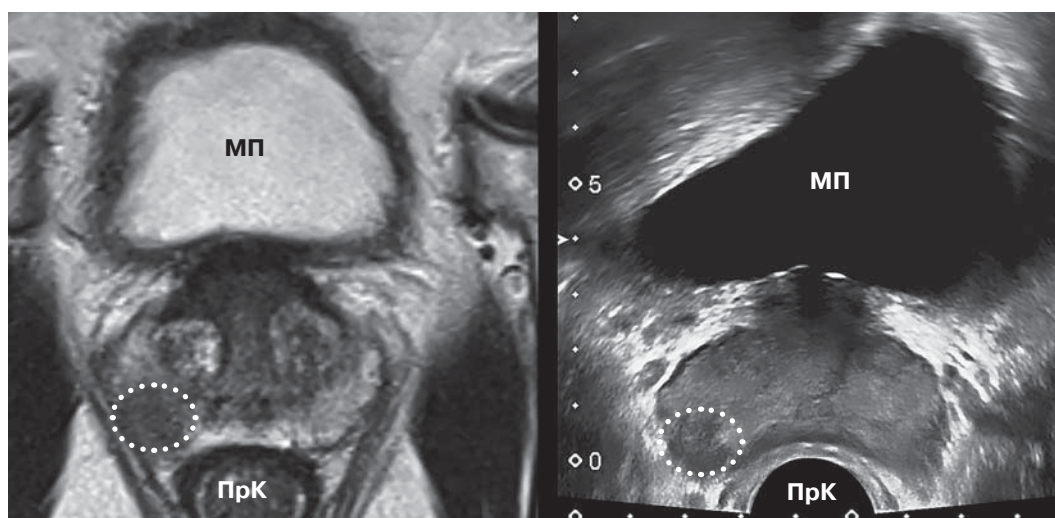
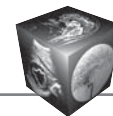


Рис. 6. Совмещенное МР-ТРУЗ-изображение, полученное при помощи Fusion-технологии. Овалом обведен опухолевый очаг в периферической зоне правой доли на уровне средней трети железы. а – Т2-взвешенное МР-изображение в косой (oblique) аксиальной плоскости. Имеется отчетливая дифференцировка предстательной железы на периферическую и переходную зоны; б – трансректальное УЗ-сканирование простаты в поперечной плоскости. Периферическая и переходная зоны имеют близкие эхогенности и структуру. Граница между ними представляет собой неярко выраженную гипоехогенную полосу. МП – мочевой пузырь; ПрК – прямая кишка.

Используя для локализации патологических очагов предлагаемые 39 секторов, мы перестаем пользоваться привычными терминами, основанными на зональной анатомии, и, наконец, можем договориться об однотипности указаний на топике выявленных изменений в предстательной железе.

Однако необходимо учитывать, что значительная часть МР-исследований малого таза у мужчин направлена на выявление опухолей в мочевом пузыре или прямой кишке. Протоколы таких исследований, естественно, не соответствуют требованиям системы PI-RADSv2 и использовать рекомендуемое деление железы на 39 секторов мы не имеем права. Такая же ситуация имеет место и при ультразвуковых исследованиях, разделить предстательную железу на 39 сегментов не представляется возможным в силу особенностей эхографического изображения. Более того, на трансректальных ультразвуковых изображениях в структуре предстательной железы можно увидеть только границы переходных зон, хотя и не так отчетливо, как при МРТ (рис. 6). Дифференцировать “истинную” центральную зону от периферической практически невозможно, поскольку обе они, как правило, демонстрируют сходный уровень эхогенности. Поэтому появляется необходимость иметь единый подход к топической диагностике в предстательной железе, отличающийся от рекомендаций PI-RADSv2.

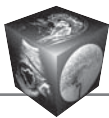
Заключение

При описании изображений предстательной железы предлагаем следующий подход:

- при описании МР-исследования простаты, выполненного в соответствии с системой PI-RADSv2, руководствоваться локализацией патологических очагов по 39 секторам;
- при описании МР-исследований, не соответствующих требованиям системы PI-RADSv2 (например, исследования малого таза по поводу новообразований мочевого пузыря или прямой кишки), а также ТРУЗИ предлагаем использовать следующую систему локализации патологических изменений:
 - основание, средняя треть и верхушка железы;
 - правая и левая доли железы;
 - периферическая и переходные зоны;
- для исключения путаницы в отношении термина “центральная зона” предлагаем вообще избегать его в заключениях как магнитно-резонансного, так и ультразвукового исследования.

Список литературы

1. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. Анатомия человека. Л.: Медицина, 1974. 671 с.
2. Lowsley O.S. The gross anatomy of the human prostate gland and contiguous structures. *Surg. Gynecol. Obstet.* 1915; 20: 183–192.
3. Tissel L.E., Salander H. The lobes of human prostate. *Scan. J. Urol. Nephrol.* 1975; 9: 185–191.

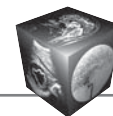


4. McNeal J.E. The zonal anatomy of the prostate. *Prostate*. 1981; 2: 35–49.
5. Rifkin M.D., Dähnert, W., Kurtz, A.B. State of the art: endo-rectal sonography of prostate gland. *Am. J. Roentgenol*. 1990; 154: 691–700.
6. Громов А.И., Капустин В.В. Ультразвуковое исследование предстательной железы. М.: Шико, 2014: 8–9.
7. Barentsz J.O., Richenberg J., Clements R., Choyke P., Verma S., Villeirs G., Rouviere O., Logager V., Fütterer J.J. ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur. Radiol*. 2012; 22: 746–757. DOI: 10.1007/s00330-011-2377-y.
8. Мищенко А.В., Рубцова Н.А., Алексеев Б.Я., Петров С.Б., Беляев А.М., Каприн А.Д. Система унифицированного подхода к интерпретации магнитно-резонансной томографии предстательной железы согласно руководству PI-RADSV2. *Онкоурология*. 2016; 1: 81–89.
9. Weinreb J.C., Barentsz J.O., Choyke P.L. et al. PI-RADS Prostate Imaging – Reporting and Data System: 2015, Version 2. *Eur. Urol*. 2016; 69 (1): 16–40.
2. Lowsley O.S. The gross anatomy of the human prostate gland and contiguous structures. *Surg. Gynecol. Obstet*. 1915; 20: 183–192.
3. Tissel L.E., Salander H. The lobes of human prostate. *Scan. J. Urol. Nephrol*. 1975; 9: 185–191.
4. McNeal J.E. The zonal anatomy of the prostate. *Prostate*. 1981; 2: 35–49.
5. Rifkin M.D., Dähnert, W., Kurtz, A.B. State of the art: endo-rectal sonography of prostate gland. *Am. J. Roentgenol*. 1990; 154: 691–700.
6. Gromov A.I., Kapustin V.V. Ultrasound examination of prostate. М.: Shiko, 2014: 8–9. (In Russian)
7. Barentsz J.O., Richenberg J., Clements R., Choyke P., Verma S., Villeirs G., Rouviere O., Logager V., Fütterer J.J. ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur. Radiol*. 2012; 22: 746–757. DOI: 10.1007/s00330-011-2377-y.
8. Mishenko A.V., Rubtzova N.A., Alekseev B.Ya., Petrov S.B., Belyaev A.M., Kaprin A.D. System of unified approach to magnetic resonance imaging of prostate interpretation, according to PIRADSV2 system. *Onkourologiya*. 2016; 1: 81–89. (In Russian)
9. Weinreb J.C., Barentsz J.O., Choyke P.L. et al. PI-RADS Prostate Imaging – Reporting and Data System: 2015, Version 2. *Eur. Urol*. 2016; 69 (1): 16–40.

References

Поступила в редакцию 28.10.2016.
Принята к печати 21.12.2016.

Received on 28.10.2016.
Accepted for publication on 21.12.2016.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-75-84

Применение магнитно-резонансной томографии у больных хроническим парапроктитом (предварительные результаты)

Шелыгин Ю.А., Елигулашвили Р.Р. *, Зароднюк И.В.,
Костарев И.В., Черножукова М.О.

ФГБУ "Государственный научный центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих" Минздрава России, Москва
ГБОУ ДПО "Российская медицинская академия последипломного образования" Минздрава России, Москва

The Use of Magnetic Resonance Imaging in Patients with Chronic Paraproctitis (Preliminary Results)

Shelygin Y.A., Eligulashvili R.R. *, Zarodnyuk I.V.,
Kostarev I.V., Chernozhukova M.O.

A.N. Rizhikh State Scientific Centre of Coloproctology, Moscow, Russia.
Coloproctology department of Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russia

Цель исследования: оценить возможности магнитно-резонансной томографии в целом, а также различных режимов МР-сканирования (без внутривенного контрастирования, с внутривенным контрастированием, с применением диффузионно-взвешенных изображений) в диагностике криптогенных свищей прямой кишки.

Материал и методы. В исследование включено 50 пациентов с криптогенными свищами прямой кишки (21 (42,0%) женщина и 29 (58,0%) мужчин). Всем пациентам была выполнена магнитно-резонансная томография органов малого таза.

Результаты. Чувствительность магнитно-резонансной томографии в диагностике основного свищевого хода составила 100%. В отношении добавочного свищевого хода чувствительность магнитно-резонансной томографии составила 91,7%, специфичность – 94,3%. Чувствительность магнитно-резонансной томографии в диагностике абсцессов при хроническом парапроктите составила 82,6%, специфичность – 95,2%, в визуализации внутреннего свищевого отверстия – 95,5 и 80,0% соответственно, в диагностике наружных свищевых отверстий – 91,7% и 100,0% соответственно. При анализе отдельных МР-режимов сканирования статистически значимых различий между ними выявлено не было ($p < 0,05$).

Выводы. Магнитно-резонансная томография имеет высокую диагностическую эффективность в диагностике криптогенных свищей прямой кишки. Сравнение

диагностической информативности отдельных режимов сканирования не выявило между ними статистически значимых различий.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, свищи прямой кишки, классификация, диффузионно-взвешенное изображение.

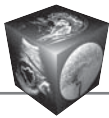
Ссылка для цитирования: Шелыгин Ю.А., Елигулашвили Р.Р., Зароднюк И.В., Костарев И.В., Черножукова М.О. Применение магнитно-резонансной томографии у больных хроническим парапроктитом (предварительные результаты). *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 75–84.

DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-75-84.

Aim. Investigation of possibilities of magnetic resonance imaging as a whole, as well as different modes of MR scanning (without intravenous contrast, with intravenous contrast, with the use of diffusion-weighted imaging) in the diagnosis of cryptogenic fistulas of the rectum.

Materials and methods. In the study were included 50 patients with cryptogenic fistulas of the rectum (21 women and 29 men). All patients underwent magnetic resonance imaging of the pelvic organs.

Results. The sensitivity of MRI in the diagnosis of the primary fistulas was 100%. With regard to secondary fistulas MRI sensitivity was 91.7%, specificity was 94.3%. The sensitivity of MRI in the diagnosis of chronic abscesses para-



proctitis was 82.6%, specificity was 95.2%. The sensitivity of the method in the visualization of internal opening was 95.5%, specificity was 80.0%. The sensitivity of the method in the diagnosis of external openings was 91.7% and specificity was 100%. In the analysis of separates MR scanning mode we didn't find statistically significant differences between them ($p < 0.05$).

Conclusions. Magnetic resonance imaging has a high diagnostic efficacy in the diagnosis of cryptogenic perianal fistulas. We didn't find statistically significant differences between MR scanning modes.

Key words: magnetic resonance imaging, perianal fistulas, classification, diffusion-weighted MR imaging.

Recommended citation: Shelygin Y.A., Eligulashvili R.R., Zarodnyuk I.V., Kostarev I.V., Chernozhukova M.O. The Use of Magnetic Resonance Imaging in Patients with Chronic Paraproctitis (Preliminary Results). *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 75–84. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-75-84.

Введение

Хронический парапроктит (свищ прямой кишки) – хронический воспалительный процесс в анальной крипте, межсфинктерном пространстве и параректальной клетчатке, сопровождающийся формированием свищевого хода. Пораженная крипта при этом является внутренним отверстием свища и обуславливает криптогенное его происхождение (криптогенный свищ прямой кишки). Согласно статистическим данным, около 95% больных со свищами прямой кишки связывают начало заболевания с перенесенным острым парапроктитом [1]. В 30–50% случаев после острого парапроктита формируется свищ прямой кишки [2]. Простое вскрытие и дренирование абсцесса без ликвидации входных ворот инфекции приводит к постоянному инфицированию параректальных тканей из

просвета кишки, гнойный ход окружается стенкой из соединительной ткани – происходит постепенное формирование свища. Свищевой ход открывается наружным свищевым отверстием на коже перианальной области, промежности, ягодичной области, во влагалище или заканчивается слепо в мягких тканях – неполный внутренний свищ. При недостаточно хорошем дренировании по ходу свища могут формироваться инфильтраты и гнойные полости.

Распространенность свищей прямой кишки составляет 6–12 случаев на 100 000 человек [3]. Мужчины болеют чаще женщин, соотношение варьирует от 2 : 1 до 7 : 1. Наиболее часто страдает взрослое население в возрасте от 30 до 50 лет, что обуславливает социальную значимость данного заболевания [4, 5].

Первичная диагностика свищей прямой кишки включает сбор анамнестических данных, осмотр и пальпацию перианальной области, ректальное пальцевое исследование, зондирование свищевого хода, пробу с красителем, аноскопию, ректороманоскопию [6, 7]. Вместе с тем применение только этих методов в большинстве случаев не дает полного представления об особенностях хода свища, наличии дополнительных свищевых ходов, абсцессов, выявление которых крайне важно для успешного хирургического лечения и снижения риска возникновения рецидива болезни. Особые диагностические сложности возникают при наличии неполного внутреннего свища прямой кишки и отсутствии наружного свищевого отверстия.

Для детальной оценки свищей прямой кишки в настоящее время применяют эндоректальное ультразвуковое исследование и магнитно-резонансную томографию (МРТ).

Для корреспонденции*: Елигулашвили Реваз Рамазович – 123423 Москва, ул. Саяма Адила, д. 2. ФГБУ “Государственный научный центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих” МЗ РФ. Тел.: 8-909-939-68-04. E-mail: revaz-el@yandex.ru

Шельгин Юрий Анатольевич – член-корр. РАН, директор ФГБУ “Государственный научный центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих” МЗ РФ; заведующий кафедрой колопроктологии Российской медицинской академии последипломного образования, Москва; **Елигулашвили Реваз Рамазович** – младший научный сотрудник отдела рентгенодиагностики, компьютерной и магнитно-резонансной томографии ФГБУ “Государственный научный центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих” МЗ РФ, Москва; **Зароднюк Ирина Владимировна** – доктор мед. наук, руководитель отдела рентгенодиагностики, компьютерной и магнитно-резонансной томографии ФГБУ “Государственный научный центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих” МЗ РФ, Москва; **Костарев Иван Васильевич** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения общей и реконструктивной колопроктологии ФГБУ “Государственный научный центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих” МЗ РФ, Москва; **Черножукова Марина Олеговна** – аспирант отделения общей колопроктологии с группой изучения семейного аденоматоза толстой кишки ФГБУ “Государственный научный центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих” МЗ РФ, Москва.

Contact*: Revaz R. Eligulashvili – Salyama Adilya str., 2, 123423 Moscow, Russia. State Scientific Centre of Coloproctology. Phone: +7-909-939-68-04. E-mail: revaz-el@yandex.ru

Yury A. Shelygin – professor, corresponding member of the Academy of Sciences, director of State Scientific Centre of Coloproctology; Head of Coloproctology department of Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow; **Revaz R. Eligulashvili** – junior researcher of Department of X-ray, computed and magnetic resonance imaging of State Scientific Centre of Coloproctology, Moscow; **Irina V. Zarodnyuk** – doct. of med. sci., Head of the department of radiology, computed and magnetic resonance imaging of State Scientific Centre of Coloproctology, Moscow; **Ivan V. Kostarev** – cand. of med. sci., senior researcher of Department of General and Reconstructive coloproctology of State Scientific Centre of Coloproctology, Moscow; **Marina O. Chernozhukova** – Resident of the Department of General coloproctology of State Scientific Centre of Coloproctology, Moscow.

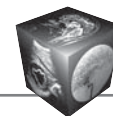


Таблица 1. Протокол МР-сканирования пациентов с диагнозом свищ прямой кишки

MPT	T2W_TSE_sag	T2W_TSE_cor	T2W_TSE_ax	T2W_SPIR	DWI	T1W_FS_post contr (sag/cor/ax)
FOV, mm	240 × 240 × 132	180 × 180 × 86	180 × 180 × 82	200 × 200 × 140	261 × 261 × 99	270 × 215 × 105
Voxel, mm	0,75 × 0,75 × 3	0,7 × 0,7 × 3	0,7 × 0,7 × 3	0,8 × 0,8 × 4	2,32 × 2,34	1,05 × 1,04 × 2,5
Matrix, mm	320 × 320	256 × 256	256 × 256	252 × 248	112 × 112	256 × 207
Gap, mm	0,3	0,3	0,3	0,4	1	0
Slices, mm	40	26	26	34	20	42

Применение МРТ при свищах прямой кишки обусловлено такими несомненными достоинствами метода, как высокая мягкотканная контрастность, отсутствие ионизирующего излучения, неинвазивность и хорошее пространственное разрешение [8–12]. Вместе с тем, по данным литературы, диагностическая информативность МР-исследования у больных со свищами прямой кишки изучалась на небольшом количестве клинических случаев (от 26 до 50 человек) и на сегодняшний день не до конца разработан оптимальный МР-протокол сканирования [13, 14]. Наибольший интерес представляет определение значения внутривенного контрастирования и диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ, DWI) в диагностике свищей прямой кишки. Однозначного мнения по этому вопросу в настоящее время нет.

Цель исследования

Оценить возможности МРТ в целом, а также различных режимов МР-сканирования (без внутривенного контрастирования, с внутривенным контрастированием, с применением ДВИ) в диагностике криптогенных свищей прямой кишки.

Материал и методы

В исследование включено 50 пациентов с первичными криптогенными свищами прямой кишки – 21 (42%) женщина и 29 (58%) мужчин. Средний возраст больных составил 44 ± 10 лет.

Всем больным была выполнена МРТ малого таза с применением последовательностей, приведенных в табл. 1. Исследования проводили на МР-томографе Philips Achieva 1,5 Тл с использованием 16-канальной нателной катушки.

МР-исследование выполнено с внутривенным контрастированием у 40 (80,0%) больных, без него из-за противопоказаний – у 10 (20,0%). В качестве внутривенного контрастного вещества использовался раствор гадопентетата димеглума в стандартной дозировке 0,1 ммоль/кг. Сканирование в режиме DWI проведено у 47 (94,0%) пациентов. Все исследования были проанализированы одним врачом.

Выявленные свищевые ходы систематизированы согласно классификации, принятой в ФГБУ “ГНЦ колопроктологии им. А.Н. Рыжих” Минздрава России (рис. 1) [1, 2]:

- интрасфинктерный свищ прямой кишки (свищевой ход проходит в межсфинктерном пространстве и не вовлекает наружный сфинктер);
- транссфинктерный свищ прямой кишки (свищевой ход вовлекает любую порцию наружного сфинктера);
- экстрасфинктерный свищ прямой кишки (свищевой ход “огибает” наружный сфинктер, вовлекая пуборектальную петлю или леватор).

Для локализации внутреннего свищевого отверстия по данным МРТ использовали принятый в хирургической практике “условный циферблат” (рис. 2) [9]. Всем пациентам, вошедшим в наше исследование, выполнены оперативные вмешательства, характер и объем которых определялся данными предоперационного обследования и интраоперационной ревизии: иссечение свищевого хода, иссечение свищевого хода со вскрытием абсцесса, проведение дренирующей латексной лигатуры.

Данные интраоперационной ревизии сопоставлены с результатами предоперационного МРТ-исследования по следующим критериям: основной свищевой ход, дополнительные свищевые хо-

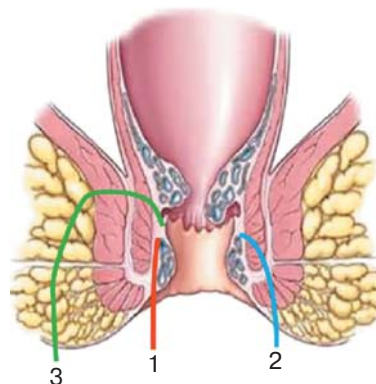


Рис. 1. Типы свищей прямой кишки. 1 – интрасфинктерный свищ прямой кишки; 2 – транссфинктерный свищ прямой кишки; 3 – экстрасфинктерный свищ прямой кишки.

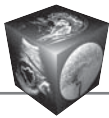


Таблица 2. Диагностическая эффективность различных МР-режимов сканирования в выявлении основного свищевого хода

MPT	Чувствительность, %	Специфичность, %	ППЦ, %	ОПЦ, %	Точность, %
T2w	98,0	–	94,9	–	98,0
T2 SPIR	92,0	–	100	–	92,0
T1 post contr	100	–	100	–	100
DWI	97,9	–	100	–	97,9

Примечание. Здесь и в табл. 5, 7–9: ППЦ – положительная прогностическая ценность, ОПЦ – отрицательная прогностическая ценность.

Таблица 3. Тип свища прямой кишки по данным интраоперационной ревизии и МРТ

Тип свища	Интраоперационная ревизия абс. (%)	MPT абс. (%)
Трансфинктерный	28 (56%)	27 (55%)
2 трансфинктерных + 1 интрасфинктерный*	1 (2%)	1 (2%)
Экстрасфинктерный	13 (26%)	13 (26%)
Экстрасфинктерный + интрасфинктерный*	1 (2%)	1 (2%)
Экстрасфинктерный + трансфинктерный*	1 (2%)	1 (2%)
Интрасфинктерный	6 (12%)	7 (13%)
Всего	50 (100%)	50 (100%)

* От одного внутреннего свищевого отверстия отходит несколько свищевых ходов.

ды, абсцессы, внутреннее и наружное свищевые отверстия.

По выбранным критериям определены чувствительность, специфичность, положительная прогностическая ценность, отрицательная прогностическая ценность для MPT в целом и отдельно для каждого режима МР-сканирования.

Статистическая обработка материала производилась с помощью математического пакета Statistica for Windows, Release 10.0 (Statistica) на основе базы данных, созданной в программе Excel.

Рассчитывали абсолютные и относительные частоты, среднее значение и его 95% доверительные границы, ошибку среднего, а также медианы и пределы колебания показателя. Оценку различий проводили непараметрическим критерием χ^2 ,

для малых выборок – точным критерием Фишера. Рассчитывали точное значение p (различия считали достоверными при $p \leq 0,05$).

При выборе статистических процедур учитывались методологические требования Международного конгресса по гармонизации GGP “Статистические принципы для клинических исследований” (1998) [16].

Результаты и их обсуждение

Основной свищевой ход при предоперационной МРТ был визуализирован у всех 50 пациентов. Чувствительность, положительная прогностическая ценность, точность метода в целом составили 100%. Анализ отдельных МР-режимов сканирования также показал высокую чувствительность метода, которая колебалась от 92,0 до 100,0% и была максимальной на T1 постконтрастных изображениях (табл. 2). Статистически значимых различий между разными режимами сканирования мы не выявили ($p > 0,05$).

Тип свищевого хода в соответствии с классификацией, принятой в ФГБУ “ГНЦ колопроктологии им. А.Н. Рыжих” Минздрава России, был верно определен у 49 из 50 больных и лишь в одном наблюдении трансфинктерный свищ ошибочно расценили как интрасфинктерный (табл. 3). Таким образом, чувствительность МРТ в определении типа свищевого хода составила 98,0%.

Помимо свищевого хода, на дооперационном этапе важно визуализировать структуру анального канала: внутренний сфинктер, наружный сфин-

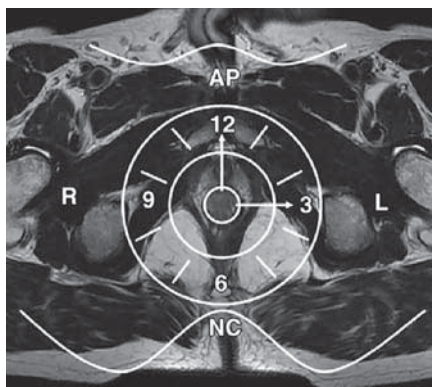


Рис. 2. Условный циферблат при оценке МР-изображения.

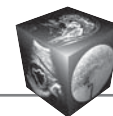


Рис. 3. Строение анального канала, T2-взвешенное МР-изображение, коронарная проекция. 1 – глубокая порция наружного сфинктера; 2 – поверхностная порция наружного сфинктера; 3 – подкожная порция наружного сфинктера; 4 – леватор; 5 – внутренний сфинктер.

ктер, межсфинктерное пространство, леватор (рис. 3). Именно это позволяет правильно определить вид свища и оценить его взаимоотношение с различными порциями наружного сфинктера (подкожная порция, поверхностная порция, глубокая порция) (рис. 4).

Степень вовлечения наружного сфинктера по данным МРТ и интраоперационной ревизии совпала у 40 (80,0%) больных, расхождение в оценке порций сфинктера, через которые проходил свищевой ход, отмечено в 10 (20,0%) наблюдениях

(табл. 4). По нашим данным, чувствительность МРТ в определении вовлеченной порции наружного сфинктера при свищах прямой кишки составила 80,0%.

Помимо основного свищевого хода, у 11 (22%) пациентов при МРТ были выявлены добавочные свищевые ходы. У одного пациента мы не смогли визуализировать добавочный свищевой ход, обнаруженный при интраоперационной ревизии. Этот ложноотрицательный случай мы связываем с малым диаметром добавочного свищевого хода, что затруднило его дифференцировку от основного свищевого хода. В отношении добавочного свищевого хода чувствительность МРТ составила 91,7%, специфичность 94,3%, положительная прогностическая ценность 84,6%, отрицательная прогностическая ценность 97,3%, точность 94,0%. Различные режимы сканирования продемонстрировали сопоставимые диагностические показатели и статистически значимых различий между ними выявлено не было (табл. 5).

Осложнения в виде абсцессов диагностированы при МРТ у 25 (50,0%) пациентов и при сопоставлении с данными интраоперационной ревизии отмечено 5 ложноотрицательных результатов (3 ишиоанальных и 2 межсфинктерных абсцесса) и 1 ложноположительный результат (интрасфинктерный абсцесс) (табл. 6). Межсфинктерные абсцессы были пропущены ввиду их малых размеров (менее 0,3 см). Ишиоанальные абсцессы по данным МРТ ошибочно приняты за локальное расширение основного свищевого хода в ишиоанальной клетчатке.

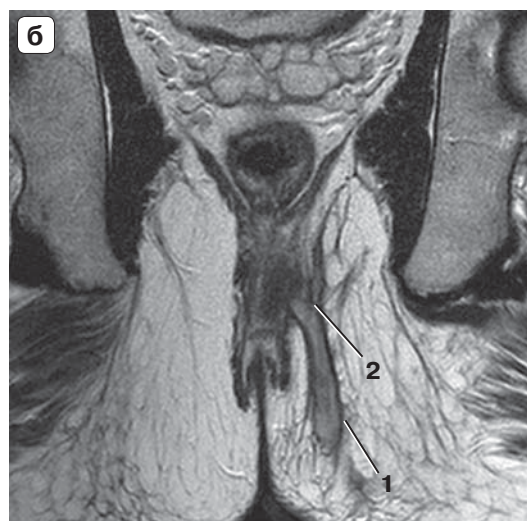
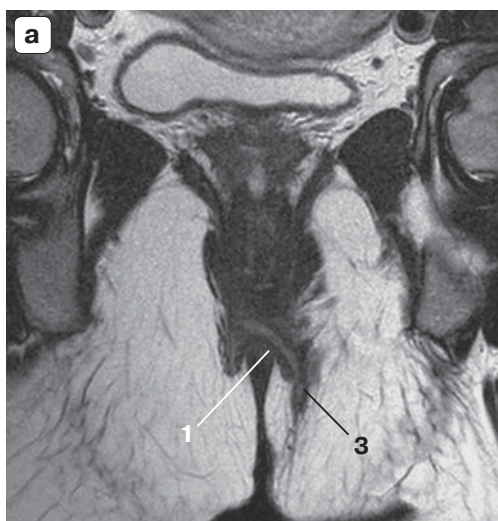


Рис. 4. Транссфинктерные свищи прямой кишки, МР-изображения. а – T2-взвешенное изображение, коронарная проекция; б – T2-взвешенное изображение, коронарная проекция. 1 – свищевой ход; 2 – вовлечение глубокой порции наружного сфинктера; 3 – вовлечение поверхностной порции наружного сфинктера.



Таблица 4. Расхождение данных МРТ и интраоперационной ревизии в оценке вовлечения порций наружного сфинктера

Вовлеченная порция наружного сфинктера		Число расхождений
по данным МРТ	при интраоперационной ревизии	
Глубокая	Поверхностная	1
Глубокая	Поверхностная/подкожная	1
Глубокая/поверхностная	Глубокая	1
Нет	Подкожная	1
Поверхностная	Глубокая/поверхностная	1
Поверхностная	Поверхностная/подкожная	2
Подкожная	Поверхностная/подкожная	3
Всего		10

Таблица 5. Сравнение различных МР-режимов сканирования по диагностической эффективности и коэффициенту Фишера при добавочных свищевых ходах

МРТ	N	Чувствительность, %	Специфичность, %	ППЦ, %	ОПЦ, %	Точность, %	T2w	T2 SPIR	T1 post contr
T2w	50	91,7	94,7	84,6	97,3	94,0	–	–	–
T2 SPIR	50	91,7	94,7	84,6	97,3	94,0	p = 1,0	–	–
T1 post contr	40	90,9	93,1	83,3	96,4	92,5	p = 0,7034	p = 0,7034	–
DWI	47	91,7	94,3	84,6	97,1	93,6	p = 0,8590	p = 0,8590	p = 0,8357

Таблица 6. Локализация и количество абсцессов по данным интраоперационной ревизии и МРТ

Абсцесс	По данным интраоперационной ревизии абс. (%)	По данным МРТ абс. (%)
Ишиоанальный	9 (31,0%)	6 (24,0%)
Ишиоанальный + пельвиоректальный	6 (21,0%)	6 (24,0%)
Интрасфинктерный	7 (25,0%)	6 (24,0%)
Пельвиоректальный	4 (14,0%)	4 (16,0%)
Подслизистый	1 (3,0%)	1 (4,0%)
В ректовагинальной перегородке	1 (3,0%)	1 (4,0%)
Ишиоанальный + пельвиоректальный + в мошонке	1 (3,0%)	1 (4,0%)
Всего	29 (100%)	25 (100%)

Из 11 пельвиоректальных затеков только 3 распространялись непосредственно в ретроректальное пространство и параректальную клетчатку, остальные 8 случаев были ограничены межмышечным пространством на уровне пуборектальной петли (рис. 5).

Чувствительность МРТ в диагностике абсцессов при хроническом парапроктите составила 82,6%, специфичность – 95,2%, положительная прогностическая ценность – 96,0%, отрицательная прогностическая ценность – 80,0%, точность – 88,0%. Мы не выявили статистически значимых различий в диагностической информативности различных режимов сканирования при этом осложнении (табл. 7).

Внутреннее свищевое отверстие при МРТ-исследовании выявлено у 44 (88,0%) пациентов,

при этом определена локализация согласно “условному циферблату” и уровень расположения в прямой кишке. При этом в 4 случаях при интраоперационной ревизии связи свищевого хода с просветом прямой кишки выявлено не было. Еще у 2 пациентов отмечался ложноотрицательный результат и в 1 случае ложноположительный. Чувствительность метода составила 95,5%, специфичность – 80,0%, положительная прогностическая ценность – 97,7%, отрицательная прогностическая ценность – 66,7%, точность – 94,0%. При анализе отдельных режимов сканирования наилучшие результаты в диагностике внутренних свищевых отверстий отмечены при применении T1-постконтрастного исследования и T2-взвешенных изображений (ВИ). Однако статистически

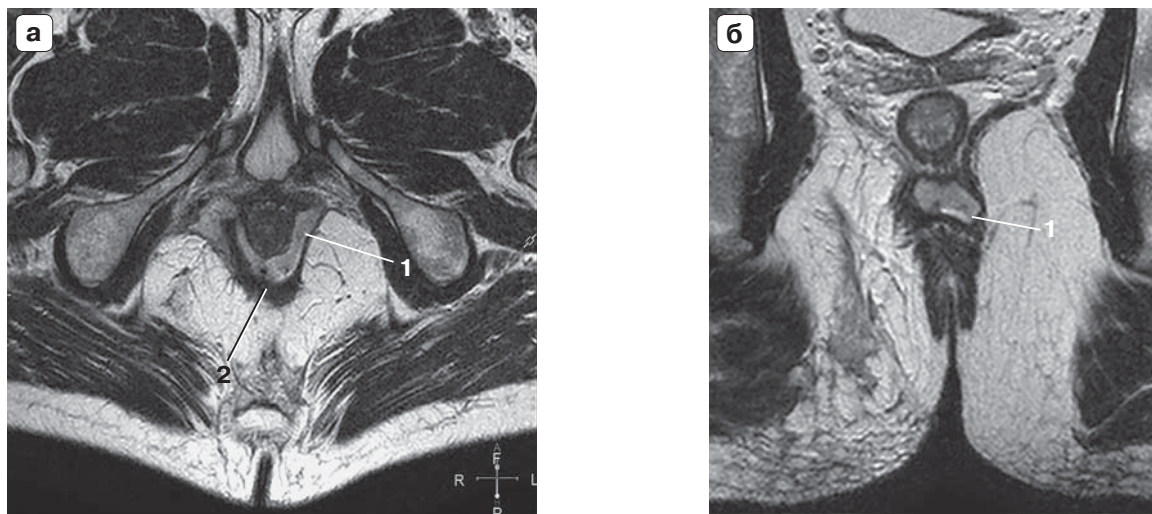
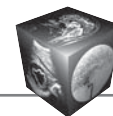


Рис. 5. Межмышечный затек на уровне пуборектальной петли, МР-изображения. а – T2-взвешенное изображение, аксиальная проекция; б – T2-взвешенное изображение, коронарная проекция. 1 – межмышечный затек на уровне пуборектальной петли; 2 – пуборектальная петля.

значимых различий между различными режимами сканирования мы не выявили (табл. 8).

MPT показала высокую информативность в выявлении наружных свищевых отверстий, что особенно актуально при невозможности проведения детального осмотра перианальной области. Чувствительность метода составила 91,7%, специфичность – 100,0%, положительная прогностическая ценность – 100,0%, отрицательная прогностическая ценность – 82,3%, точность – 94,0%. Наилучшие показатели отмечены при применении T1-постконтрастной последовательности, однако статистически значимых преимуществ этого режи-

ма сканирования в диагностике наружных свищевых отверстий наше исследование не выявило (табл. 9).

Свищи прямой кишки являлись неполными внутренними у 14 (28%) пациентов, что составило 28% из всей выборки больных. Из них было 6 интрасфинктерных, 6 трансфинктерных и 2 экстрафинктерных свищевых хода (рис. 6). Неполные внутренние свищи прямой кишки вызывают у хирургов наибольшие диагностические сложности. Отсутствие наружного свищевого отверстия не позволяет выполнить зондирование свищевого хода, пробу с красителем и фистулографию, что

Таблица 7. Сравнение различных МР-режимов сканирования по диагностической эффективности и коэффициенту Фишера при параректальных абсцессах

MPT	N	Чувствительность, %	Специфичность, %	ППЦ, %	ОПЦ, %	Точность, %	T2w	T2 SPIR	T1 post contr
T2w	50	82,8	95,2	96,0	80,0	88,0	–	–	–
T2 SPIR	50	82,8	95,2	96,0	80,0	88,0	p = 1,0	–	–
T1 post contr	40	84,8	100,0	100	77,8	90,0	p = 0,5545	p = 0,5545	–
DWI	47	82,1	100,0	100	79,2	89,4	p = 0,9839	p = 0,9839	p = 0,5715

Таблица 8. Сравнение отдельных МР-режимов сканирования по диагностической эффективности и коэффициенту Фишера в выявлении внутренних свищевых отверстий

MPT	N	Чувствительность, %	Специфичность, %	ППЦ, %	ОПЦ, %	Точность, %	T2w	T2 SPIR	T1 post contr
T2w	50	82,62	60,0	94,9	27,3	80,0	–	–	–
T2 SPIR	50	73,3	60,0	94,3	20,3	72,0	p = 0,8930	–	–
T1 post contr	40	91,4	40,0	91,4	40,0	85,0	p = 0,7823	p = 0,6907	–
DWI	47	76,2	20,0	88,9	9,1	70,2	p = 0,4036	p = 0,3464	p = 0,5725



Таблица 9. Сравнение отдельных МР-режимов сканирования по диагностической эффективности и коэффициенту Фишера в выявлении наружных свищевых отверстий

MPT	N	Чувствительность, %	Специфичность, %	ППЦ, %	ОПЦ, %	Точность, %	T2w	T2 SPIR	T1 post contr
T2w	50	86,1	100	100	72,2	89,8	–	–	–
T2 SPIR	50	86,1	100	100	72,2	89,8	$p = 0,8930$	–	–
T1 post contr	40	92,8	100	100	84,6	94,8	$p = 0,7823$	$p = 0,6907$	–
DWI	47	77	100	100	55	80,4	$p = 0,4036$	$p = 0,3464$	$p = 0,5725$

затрудняет для хирурга адекватную оценку распространенности процесса [6]. Одним из преимуществ МРТ является методика проведения исследования, которая не требует необходимости введения в просвет свищевого хода и прямой кишки контрастного препарата. Вследствие этого наличие или отсутствие наружного свищевого отверстия не влияет на диагностическую эффективность метода.

Таким образом, проведенное исследование продемонстрировало высокую диагностическую информативность МРТ при хроническом парапроктите, как в выявлении основного свищевого хода (чувствительность 100%), так и добавочных свищевых ходов (чувствительность 91,7%, специфичность 94,3%), абсцессов (чувствительность 82,6%, специфичность 95,2%), внутреннего (чувствительность 95,5%, специфичность 80,0%) и наружного свищевых отверстий (чувствительность 91,7%, специфичность 100,0%). Детальная визуализация структур анального канала, сфинктерного аппарата прямой кишки, леватора, клет-

чаточных пространств таза дает возможность получить точную топографо-анатомическую характеристику основного свищевого хода, а также добавочных свищевых ходов и абсцессов. Это особенно важно для выбора объема и вида хирургического лечения.

Приведенные данные получены нами при исследовании однородной группы пациентов с хроническим парапроктитом. Внимание к этому заболеванию обусловлено тем обстоятельством, что в клинической практике врачи чаще всего имеют дело со свищами прямой кишки именно криптогенного происхождения, хирургическое лечение которых имеет свои особенности. Подавляющее же число публикаций, посвященных МР-диагностике свищей прямой кишки, рассматривают разнородные группы больных со свищами различной этиологии (криптогенные свищи, свищи прямой кишки и перианальной области при болезни Крона, свищи после лучевой терапии) [10, 12–14]. Авторы этих исследований сообщают о высокой диагностической информативности МРТ при сви-

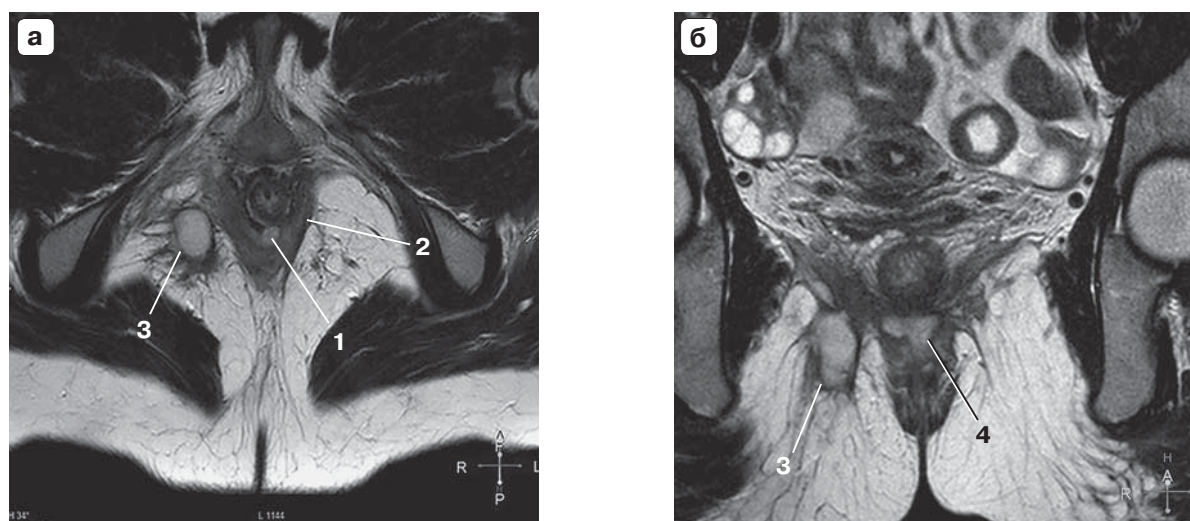
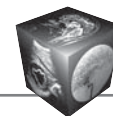


Рис. 6. Неполный внутренний экстрасфинктерный свищ прямой кишки с абсцессом на уровне пуборектальной петли и ишиоанальным затеком, МР-изображения. а – Т2-взвешенное изображение, аксиальная проекция; б – Т2-взвешенное изображение, коронарная проекция. 1 – внутреннее свищевое отверстие; 2 – пуборектальная петля; 3 – ишиоанальный абсцесс; 4 – межмышечный абсцесс на уровне пуборектальной петли.



щах прямой кишки. Так, по данным S. Kulvinder и соавт., чувствительность и специфичность метода составили: 95,56 и 80,0% для основного свищевого хода и 87,50, 95,24% для абсцессов. Высокая чувствительность МРТ отмечена исследователями также в визуализации вторичных свищевых ходов – 93,75%, а также в определении точной локализации внутреннего свищевого отверстия – 95,83% [12].

Несмотря на успехи МРТ в диагностике свищей прямой кишки, до сих пор не разработан оптимальный протокол сканирования. Проблема, прежде всего, касается целесообразности применения внутривенного контрастирования и диагностической ценности ДВИ.

Мы встретили лишь две публикации, в которых приведены данные сравнительного анализа диагностической эффективности различных режимов МР-сканирования при свищах прямой кишки. В одной из них авторы при исследовании 50 больных со свищами прямой кишки не выявили статистически значимых различий в информативности Т2ВИ и постконтрастных Т1ВИ с жироподавлением и пришли к выводу, что внутривенное контрастирование может быть исключено из протокола МР-исследования у первичных не оперированных больных со свищами прямой кишки [14]. Однако исследование N. Yildirim и соавт., в которое было включено 26 пациентов со свищами прямой кишки, показало, что для корректной оценки распространенности процесса и выбора адекватного объема операции необходимо сочетание Т1ВИ без и с внутривенным контрастированием и Т2ВИ (или Т2 с жироподавлением) [13]. Сведения об использовании ДВИ в диагностике свищей прямой кишки мы встретили лишь в одной статье. Исследование доктора A. Dohan и соавт. проведено в 2013 г. и по их данным чувствительность ДВИ в диагностике свищей прямой кишки составляет 100% [16]. Однако в исследование было включено только 23 пациента и критерием правильной диагностики являлся результат “есть свищ” (положительный результат) и “нет свища” (отрицательный результат) без указания отдельных частей свищевого хода и дополнительных затеков.

В нашем исследовании при сравнении диагностической эффективности отдельных режимов МР-сканирования (Т2ВИ, Т2ВИ с жироподавлением, Т1ВИ с внутривенным контрастированием, ДВИ) мы не выявили между ними статистически значимых различий ($p > 0,05$), что позволяет поставить под сомнение целесообразность использования внутривенного контрастирования при криптогенных свищах прямой кишки. Применение ДВИ у наших пациентов не выявило диагности-

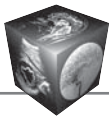
ческого преимущества ДВИ, которые обладают сопоставимой диагностической эффективностью с другими МР-режимами сканирования (Т2ВИ, Т2ВИ с жироподавлением). Однако мы считаем полученные нами данные предварительными ввиду малой мощности исследования, что требует его продолжения для определения оптимального протокола МР-исследования у пациентов с криптогенными свищами прямой кишки.

Выводы

1. МРТ имеет высокую диагностическую эффективность в диагностике криптогенных свищей прямой кишки.
2. Сравнение диагностической информативности различных режимов сканирования не выявило между ними статистически значимых различий.

Список литературы

1. Аминев А.М. Руководство по проктологии. В 4-х томах. Т. 3. М.: МИА, 1973: 163–345.
2. Дульцев Ю.В., Саламов К.Н. Парапроктит. М.: МИА, 1981: 52–74.
3. Воробьев Г.И. Основы колопроктологии. М.: МИА, 2006: 135–152.
4. Шелыгин Ю.А., Благодарный Л.А. Справочник колопроктолога. М.: Литтера, 2012: 115–126.
5. Костарев И.В., Шелыгин Ю.А., Титов А.Ю. Лечение свищей прямой кишки перемещенным лоскутом: устаревший подход или современный метод? *Колопроктология*. 2016; 1 (55): 6–15.
6. Ильканич А.Я., Дарвин В.В., Слепых Н.В., Барбашинов Н.А., Абубакиров А.С. Видеоассистированное лечение свищей прямой кишки: возможности применения и результаты лечения. *Колопроктология*. 2014; 2 (48): 20–22.
7. Полякова Н.А., Орлова Л.П., Тихонов А.А., Черножукова М.О. Сравнительная оценка ультразвукового и рентгенологического методов исследования в диагностике неполных внутренних свищей прямой кишки. *Колопроктология*. 2015; 1 (51): 46–51.
8. Ryan B.O., Mahmoud M.A., Ravi K.K. Rectal Imaging: Part 2, Perianal Fistula Evaluation on Pelvic MRI—What the Radiologist Needs to Know. *Am. J. Roentgenol.* 2012; 199 (1): 43–53.
9. Morris J., Spencer J.A., Ambrose N.S. MR imaging classification of perianal fistulas and its implications for patient management. *RadioGraphics*. 2000; 20 (3): 623–635.
10. Joyce M., Veniero J.C., Kiran R.P. Magnetic Resonance Imaging in the Management of Anal Fistula and Anorectal Sepsis. *Clin. Colon. Rectal. Surg.* 2008; 21: 213–219.
11. Criado J.M., García del Salto L., Rivas P.F. MR Imaging Evaluation of Perianal Fistulas: Spectrum of Imaging Features. *RadioGraphics*. 2012; 32: 175–194.
12. Елигулашвили Р.Р., Зароднюк И.В. Магнитно-резонансная томография в диагностике свищей прямой кишки (обзор литературы). *Колопроктология*. 2015; 2 (52): 49–56.
13. Yildirim N., Gökalp G., Öztürk E. Ideal combination of MRI sequences for perianal fistula classification and the



evaluation of additional findings for readers with varying levels of experience. *Diagn. Interv. Radiol.* 2012; 18: 11–19.

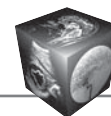
14. Kulvinder S., Navdeep S., Thukral C.L. Magnetic Resonance Imaging (MRI) Evaluation of Perianal Fistulae with Surgical Correlation. *J. Clin. Diagn. Res.* 2014; 8 (6): RC01–RC04.
15. ICH Guidelines. *Good Clin. Pract. J.* 1998; 5 (4): 27–37.
16. Dohan A., Eveno C., Oprea R. Diffusion-weighted MR imaging for the diagnosis of abscesscomplicating fistula-in-ano: preliminary experience. *Eur. Radiol.* 2014; 11 (24): 2906–2915.

References

1. Aminev A.M. Guide of proctology. In 4 vol. Vol. 3. M.: MIA, 1973: 163–345. (In Russian)
2. Dulcev Yu.V., Salamov K.N. Paraproctitis. M.: MIA, 1981: 52–74. (In Russian)
3. Vorobev G.I. Foundations of coloproctology. M.: MIA, 2006: 135–152. (In Russian)
4. Shelygin Y.A., Blagodarnyi L.A. Handbook of proctologist. M.: Littera, 2012: 115–126. (In Russian)
5. Kostarev I.V., Shelygin Y.A., Titov A.Y. Treatment of fistula in ano by advancement flap. Is it outdated or still modern approach? *Coloproctologiya.* 2016; 1 (55): 6–15. (In Russian)
6. Ilkanich A.Ya., Darvin V.V., Slepikh N.V., Barbashinov N.A., Abubakirov A.S. Video-assisted treatment of fistulas of the rectum: the possibility of applying and results of treatment. *Coloproctologiya.* 2014; 2 (48): 20–22. (In Russian)
7. Polyakova N.A., Orlova L.P., Tikhonov A.A., Chernozhukova M.O. Comparative evaluation of ultrasound and x-ray methods of examination in diagnostics in internal anal incomplete fistulas. *Coloproctologiya.* 2015; 1 (51): 46–51. (In Russian)
8. Ryan B.O., Mahmoud M.A., Ravi K.K. Rectal Imaging: Part 2, Perianal Fistula Evaluation on Pelvic MRI—What the Radiologist Needs to Know. *Am. J. Roentgenol.* 2012; 199 (1): 43–53.
9. Morris J., Spencer J.A., Ambrose N.S. MR imaging classification of perianal fistulas and its implications for patient management. *RadioGraphics.* 2000; 20 (3): 623–635.
10. Joyce M., Veniero J.C., Kiran R.P. Magnetic Resonance Imaging in the Management of Anal Fistula and Anorectal Sepsis. *Clin. Colon. Rectal. Surg.* 2008; 21: 213–219.
11. Criado J.M., García del Salto L., Rivas P.F. MR Imaging Evaluation of Perianal Fistulas: Spectrum of Imaging Features. *RadioGraphics.* 2012; 32: 175–194.
12. Eligulashvili R.R., Zarodnyuk I.V. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of fistula in ano (literature review). *Coloproctologiya.* 2015; 2 (52): 49–56. (In Russian)
13. Yıldırım N., Gökalp G., Öztürk E. Ideal combination of MRI sequences for perianal fistula classification and the evaluation of additional findings for readers with varying levels of experience. *Diagn. Interv. Radiol.* 2012; 18: 11–19.
14. Kulvinder S., Navdeep S., Thukral C.L. Magnetic Resonance Imaging (MRI) Evaluation of Perianal Fistulae with Surgical Correlation. *J. Clin. Diagn. Res.* 2014; 8 (6): RC01–RC04.
15. ICH Guidelines. *Good Clin. Pract. J.* 1998; 5 (4): 27–37.
16. Dohan A., Eveno C., Oprea R. Diffusion-weighted MR imaging for the diagnosis of abscesscomplicating fistula-in-ano: preliminary experience. *Eur. Radiol.* 2014; 11 (24): 2906–2915.

Поступила в редакцию 13.01.2017.
Принята к печати 18.01.2017.

Received on 13.01.2017.
Accepted for publication on 18.01.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-85-89

Диагностика рака молочной железы после аугментационной маммопластики (клиническое наблюдение)

Васильев А.Ю.¹, Павлова Т.В.^{2*}, Касаткина Л.И.², Мануйлова О.О.², Ротин Д.Л.²

¹ ООО "Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики" Минздрава России, Москва, Россия

² ГБУЗ "Московский клинический научный центр" Департамента здравоохранения г. Москвы, Россия

The Diagnosis of Breast Cancer after Augmentation Mammoplasty (Case Report)

Vasilev A.Yu.¹, Pavlova T.V.^{2*}, Kasatkina L.I.², Manuylova O.O.², Rotin D.L.²

¹ A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

² Moscow Clinical Research Center Moscow Department of Healthcare, Moscow, Russia

Количество женщин, прибегающих к эндопротезированию молочных желез, растет из года в год. На сегодняшний день самым популярным и безопасным методом коррекции формы и размера молочной железы является аугментационная маммопластика с использованием силиконовых гелевых протезов. К сожалению, диагностика рака молочной железы у пациенток, прибегших к аугментационной маммопластике, на доклинических стадиях затруднена. Чаще всего это происходит из-за того, что пациентки не проходят профилактические обследования.

Представлено клиническое наблюдение комплексной диагностики рака молочной железы у пациентки после аугментационной маммопластики. По данным физикального осмотра, проведения обзорной цифровой маммографии и ультразвукового исследования молочных желез у пациентки выявлено узловое образование правой молочной железы категории BI-RADS 5. Под ультразвуковым наведением выполнена трепанобиопсия расположенного над имплантом новообразования с последующей морфологической верификацией. Гистологически подтвержден диагноз "рак молочной железы".

Ключевые слова: цифровая маммография, ультразвуковое исследование, трепанобиопсия молочной железы, рак молочной железы, аугментационная маммопластика.

Ссылка для цитирования: Васильев А.Ю., Павлова Т.В., Касаткина Л.И., Мануйлова О.О., Ротин Д.Л. Диагностика рака молочной железы после аугментационной маммопластики (клиническое наблюдение). *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 85–89. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-85-89.

The number of women resorting to endoprosthesis replacement of breast is growing from year to year. To date, the most popular and safe method of correcting the shape and size of the breast is augmentation mammoplasty with silicone gel prostheses. Unfortunately, the diagnosis of breast cancer in patients who have had recourse to the augmentation mammoplasty at preclinical stages, is difficult. Most often this is due to the fact that the patient does not undergo preventive examinations.

This research exemplifies a comprehensive procedure facilitating diagnostics of a breast cancer in a patient previously subjected to augmentation mammoplasty. A physical examination, a digital and an ultrasound mammography reveals a BI-RADS 5 nodal formation in the patient's right breast. An ultrasound-guided biopsy of the newly formed tissue over the breast implant is morphologically cross-checked. The diagnosis of breast cancer is thus confirmed histologically.

Key words: digital mammography, ultrasound examination, breast core biopsy, breast cancer, augmentation mammoplasty.

Recommended citation: Vasilev A.Yu., Pavlova T.V., Kasatkina L.I., Manuylova O.O., Rotin D.L. The Diagnosis of Breast Cancer after Augmentation Mammoplasty (Case Report). *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 85–89. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-85-89.

Введение

Количество женщин, прибегающих к эндопротезированию молочных желез, растет из года в год. На сегодняшний день самым популярным



и безопасным методом коррекции формы и размера молочной железы является аугментационная маммопластика с использованием силиконовых гелевых протезов – наиболее биологически совместимых материалов [1]. Однако до сих пор нет четкого мнения о повышении риска развития рака молочной железы у пациенток с аугментационной маммопластикой в анамнезе [2]. К сожалению, женщины после эндопротезирования молочных желез редко проходят профилактические инструментальные обследования в специализированных учреждениях. Обычно они ограничиваются посещением пластического хирурга, который в свою очередь для оценки состояния молочных желез пользуется лишь клиническими методами обследования (физикальный осмотр и данные пальпации) [3]. Такой подход, вне всякого сомнения, не способствует своевременному обнаружению малых форм рака молочной железы (РМЖ), а пациентки обращаются к онкологу тогда, когда самостоятельно обнаруживают уплотнение в молочной железе. Стандартом обследования молочных желез являются рентгеновская маммография и ультразвуковое исследование. По данным как отечественных, так и зарубежных авторов, у пациенток с установленными имплантами молочных желез чувствительность маммографии заметно снижается и рак выявляется на более поздних стадиях [1–5]. Ультразвуковое исследование ввиду, с одной стороны, операторозависимости, с другой – сложности дифференциальной диагностики таких доброкачественных изменений, как рубцовая деформация, участки плотной фиброзной ткани, кисты с густым содержимым и рак, также не позволяют своевременно поставить правильный диагноз [4]. Если после проведенной комплексной диагностики подтверждается патологический очаг, соответствующий 4-й или 5-й категории BI-RADS, для уточнения диагноза обязательным ста-

новится получение из него биологического материала [5, 6].

В связи с вышеизложенными сложностями при диагностике РМЖ после аугментационной маммопластики считаем целесообразным представить собственное клиническое наблюдение диагностики рака молочной железы у такой пациентки.

Клиническое наблюдение

Пациентка А., 50 лет, в июне 2016 г. обратилась с жалобами на обнаруженное недавно уплотнение в правой молочной железе.

Анамнез: с целью коррекции формы молочных желез в 2006 г. пациентке была выполнена аугментационная маммопластика с использованием силиконовых гелевых имплантов. За последние 10 лет пациентке ни разу не выполняли скрининговые обследования молочных желез. При физикальном осмотре на границе нижних квадрантов правой молочной железы пальпировали слабоподвижное узловое образование плотной консистенции. Кожные симптомы отсутствовали.

На обзорных цифровых *маммограммах* определяли V тип плотности по Wolfe. Нарушения целостности эндопротезов на видимых участках не отмечали. В правой молочной железе на границе нижних квадрантов, строго над имплантом, визуализировали узловое образование неправильно овоидной формы с четкими, местами неровными контурами неоднородной структуры, размерами $2,7 \times 2,1$ см, с плеоморфными кальцинатами и кистозными включениями (рис. 1, а, б). В левой молочной железе патологических узловых образований не выявили (рис. 1, в, г).

Заключение: узловое образование правой молочной железы категории BI-RADS 4.

При проведении *ультразвукового исследования* в В-режиме (датчик линейного сканирования частотой 8 МГц) на аппарате экспертного класса во взаимно перпендикулярных проекциях положения датчика на

Для корреспонденции*: Павлова Тамара Валерьевна – 123242 Москва, Верхний Предтеченский пер., д. 8. Отделение лучевой диагностики №2 ГБУЗ “Московский клинический научный центр” ДЗ г. Москвы. Тел.: +7-916-483-14-92. E-mail: chaleur1891@gmail.com

Васильев Александр Юрьевич – доктор мед. наук, профессор, член-корр. РАН, директор ООО “Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики”, Москва; **Павлова Тамара Валерьевна** – канд. мед. наук, заведующая отделением лучевой диагностики №2 ГБУЗ “Московский клинический научный центр” ДЗ г. Москвы; **Касаткина Лариса Изосимовна** – заведующая онкологическим отделением №2 ГБУЗ “Московский клинический научный центр” ДЗ г. Москвы; **Мануйлова Ольга Олеговна** – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики №2 ГБУЗ “Московский клинический научный центр” ДЗ г. Москвы; **Ротин Даниил Леонидович** – доктор мед. наук, заведующий патологоанатомическим отделением ГБУЗ “Московский клинический научный центр” ДЗ г. Москвы.

Contact*: Tamara V. Pavlova – 8, Verhniy Predtechenskiy per., Moscow, 123242, Russia. Radiology Department №2 of Moscow Clinical Research Center of Moscow Department of Healthcare. Phone: +7-916-483-14-92. E-mail: chaleur1891@gmail.com

Aleksandr Yu. Vasilev – doct. of med. sci., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of Department of Radiology of A.I. Evdokimov Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry, Moscow; **Tamara V. Pavlova** – cand. of med. sci., Head of Radiology Department №2 of Moscow Clinical Research Center of Moscow Department of Healthcare; **Larisa I. Kasatkina** – Head of Oncology Department №2 of Moscow Clinical Research Center of Moscow Department of Healthcare; **Olga O. Manuylova** – Radiologist of Radiology Department №2 of Moscow Clinical Research Center of Moscow Department of Healthcare; **Daniil L. Rotin** – doct. of med. sci., Head of Pananatomy Department of Moscow Clinical Research Center of Moscow Department of Healthcare.

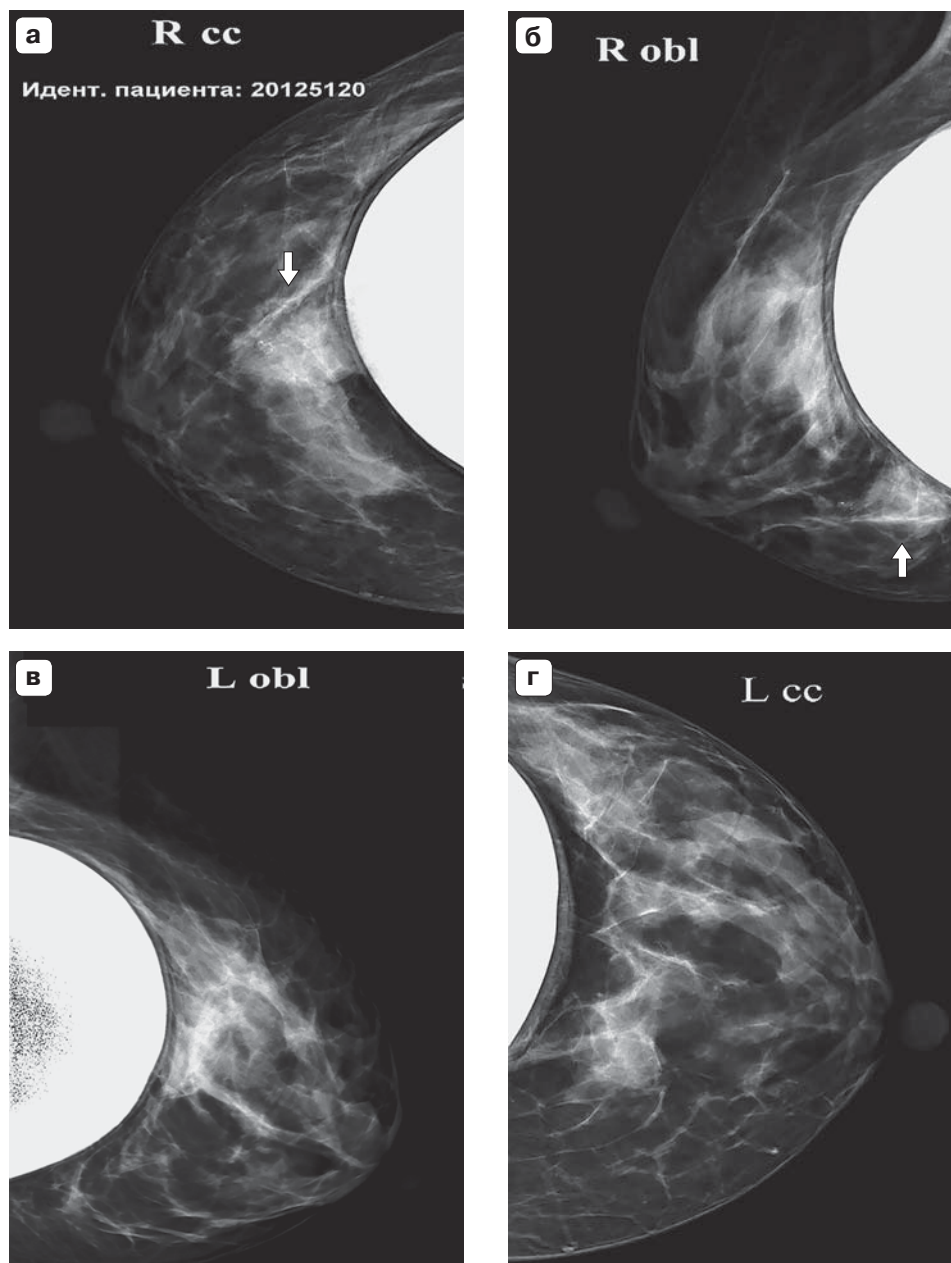
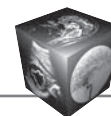


Рис. 1. Стандартные цифровые маммограммы обеих молочных желез, правой молочной железы в прямой (а) и косой (б) проекциях, на границе нижних квадрантов определяется узловое образование размерами 2,7 × 2,1 см, BI-RADS 4 (стрелки); левой молочной железы в прямой (в) и косой (г) проекциях.

границе нижних квадрантов правой молочной железы визуализировалось узловое образование размерами 2,6 × 2,4 × 2,0 см, сниженной эхогенности, с неровным четким контуром, неоднородной эхоструктуры, с единичными жидкостными включениями и кальцинатами. При проведении цветового доплеровского картирования выявлено интранодулярное усиление кровотока (рис. 2). Прорастания в капсулу импланта, нарушения архитектоники ткани вокруг новообразования не отмечали. Патологические лимфатические узлы в зонах регионарного лимфооттока не визуализировали.

Заключение: узловое образование правой молочной железы категории BI-RADS 5.

Предварительное заключение с учетом данных обзорной цифровой маммографии и ультразвукового исследования: высокоподозрительное в отношении РМЖ узловое образование (BI-RADS 5).

Под инфильтрационной анестезией 5 мл 0,5% раствора новокаина системой “пистолет-игла” пациентке была выполнена трепанобиопсия патологического участка правой молочной железы с забором 4 “столбиков” биологического материала.



Рис. 2. УЗ-изображения правой молочной железы. а – продольное; б – поперечное положение датчика в В-режиме; в – режим цветового доплеровского картирования (интенсивная васкуляризация). Узловое образование на границе нижних квадрантов правой молочной железы имеет ультразвуковые признаки, характерные для категории BI-RADS 5 (стрелки).

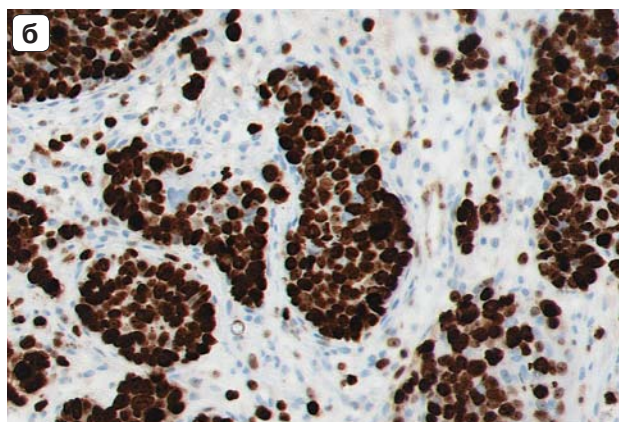
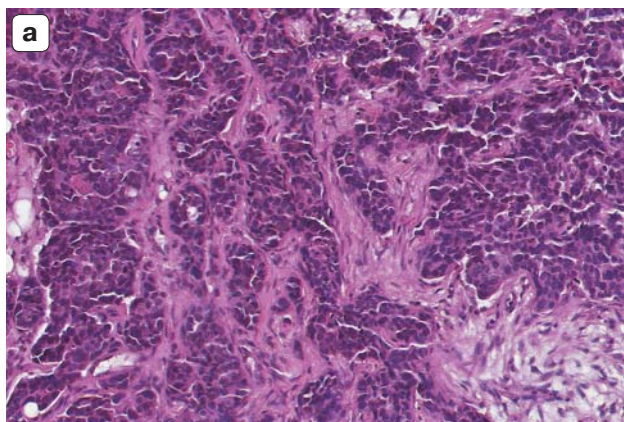
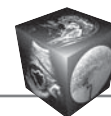


Рис. 3. Патоморфологическая и иммуногистохимическая картина в молочной железе. а – инфильтративная карцинома неспециального типа 3-й степени анаплазии по Elston. Участки солидного строения с выраженной гиперхромией и полиморфизмом (окраска гематоксилином и эозином. $\times 200$); б – реакция с антителами Ki-67, реакция в ядрах более 90% опухолевых клеток ($\times 40$).

По данным гистологического исследования (№ 45012-14/16): трепанобиоптат ткани молочной железы с фиброзом, ангиоматозом, кровоизлияниями и комплексами инфильтративного рака неспециального типа 3-й степени злокачественности по Elston. При проведении иммуногистохимического исследования

(№ 3075-78/16): иммунофенотип тройного негативного РМЖ, индекс мечения Ki-67 – 90% (рис. 3).

После консультации химиотерапевта пациентке рекомендовано проведение 2 курсов неоадьювантной полихимиотерапии по схеме CAF с последующим динамическим контролем.



Аугментационная маммопластика – широко применяемый во всем мире способ коррекции формы и размера молочных желез. Своевременная диагностика узловых образований, в том числе РМЖ малых размеров, у пациенток с эндопротезированием в анамнезе зачастую бывает затруднена как из-за наличия импланта, так и из-за отсутствия регулярных профилактических инструментальных обследований [3]. Все это ведет к обнаружению РМЖ на поздних стадиях, что ухудшает прогноз лечения и показателя выживаемости пациентки. При обнаружении по данным обзорной маммографии или ультразвукового метода исследования подозрительного в отношении РМЖ узлового образования (BI-RADS 4 и 5) последнее должно быть морфологически верифицировано [5, 6]. Для этого применяется трепанобиопсия – методика интервенционной радиологии, позволяющая произвести под ультразвуковым и стереотаксическим наведением забор биологического материала, не прибегая к открытой операции. Имея гистологическое подтверждение РМЖ, определение его иммуногистохимического статуса обязательно для определения дальнейшего оптимального, индивидуального, эффективного алгоритма лечения пациентки.

Выводы

1. Пациентки после аугментационной маммопластики должны регулярно проходить профилактические инструментальные обследования молочных желез в специализированных учреждениях.

2. При подозрении на объемный процесс молочной железы на фоне установленных имплантов следует проводить полный цикл обследования пациентки, придерживаясь рекомендаций системы BI-RADS.

Список литературы

1. Шумакова Т.А., Савелло В.Е. Возможности УЗИ в оценке состояния молочных желез и имплантатов после увеличивающей маммопластики силиконовыми гелевыми эндопротезами. *Медицинская визуализация*. 2012; 4: 23–33.
2. Lavigne E., Holowaty E.J., Pan S.Y., Villeneuve P.J., Johnson K.C., Fergusson D.A., Morrison H., Brisson J.

Breast cancer detection and survival among women with cosmetic breast implants: systematic review and meta-analysis of observational studies. *Br. Med. J.* 2013; 346: f2399. <http://www.bmj.com/content/346/bmj.f2399> Accessed June 25, 2013. [дата обращения 30.04.2016]

3. Шумакова Т.А., Савелло В.Е. Комплексная лучевая диагностика рака молочной железы у женщин после увеличивающей маммопластики силиконовыми гелевыми имплантами. *Опухоли репродуктивной женской системы*. 2014; 3: 36–46.
4. Тамкович С.Н., Войццкий В.Е., Лактионов П.П. Современные методы диагностики рака молочной железы. *Биомедицинская химия*. 2014; 60 (2): 141–160.
5. Fajardo L., Limin Yang L., Park J. Imaging and histopathology findings of breast lesions detected by tomosynthesis. *Radiol. Soc. N. Am. An. Meet. Nov. Chicago*, 2013. 15 p.
6. Васильев А.Ю., Павлова Т.В., Касаткина Л.И., Мануйлова О.О., Ротин Д.Л. Сложности дифференциальной диагностики непальпируемого узлового образования молочной железы в амбулаторно-поликлинической практике. *Радиология-Практика*. 2016; 5: 47–52.

References

1. Shumakova T.A., Savello V.E. Capabilities of ultrasound examination in the assessment of breast implants and after augmentation mammoplasty with silicone gel endoprotheses. *Meditinskaya vizualizatsiya*. 2012; 4: 23–33. (In Russian)
2. Lavigne E., Holowaty E.J., Pan S.Y., Villeneuve P.J., Johnson K.C., Fergusson D.A., Morrison H., Brisson J. Breast cancer detection and survival among women with cosmetic breast implants: systematic review and meta-analysis of observational studies. *Br. Med. J.* 2013; 346: f2399. <http://www.bmj.com/content/346/bmj.f2399> Accessed June 25, 2013. [дата обращения 30.04.2016]
3. Shumakova T.A., Savello V.E. Complex radiation diagnosis of breast cancer in women after augmentation mammoplasty with silicone gel implants. *Opukholi reproductivnoy zhenskoy sistemy*. 2014; 3: 36–46. (In Russian)
4. Tamkovich S.N., Voytsitskiy V.E., Laktionov P.P. Modern methods of diagnosis of breast cancer. *Biomedicinskaya khimiya*. 2014; 60(2): 141–160. (In Russian)
5. Fajardo L., Limin Yang L., Park J. Imaging and histopathology findings of breast lesions detected by tomosynthesis. *Radiol. Soc. N. Am. An. Meet. Nov. Chicago*, 2013. 15 p.
6. Vasilev A.Yu., Pavlova T.V., Kasatkina L.I., Manujlova O.O., Rotin D.L. Difficulties of differential diagnosis of non-palpable breast neoplasm in outpatient practice. *Radiologiya-Praktika*. 2016; 5: 47–52. (In Russian)

Поступила в редакцию 9.10.2016.
Принята к печати 21.12.2016.

Received on 9.10.2016.
Accepted for publication on 21.12.2016.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-90-102

Сравнительный анализ диагностической ценности систем компьютерного анализа маммограмм I и II поколений

Пасынков Д.В.^{1*}, Егошин И.А.², Колчев А.А.³, Ключкин И.В.⁴, Бусыгина О.В.¹

¹ ГБУ «Республиканский онкологический диспансер» Республики Марий Эл, Йошкар-Ола, Россия

² ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», Йошкар-Ола, Россия

³ ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия

⁴ ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань, Россия

Diagnostic Value of 1st and 2nd Generation Computer Aided Detection Systems for Mammography: a Comparative Assessment

Pasyunkov D.V.^{1*}, Egoshin I.A.², Kolchev A.A.³, Kliouchkin I.V.⁴, Busygina O.V.¹

¹ Oncology Dispenser of Mari El Republic, Yoshkar-Ola, Russia

² Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia

³ Kazan Federal University, Kazan, Russia

⁴ Kazan State Medical University, Kazan, Russia

Цель исследования: сравнительная оценка эффективности работы систем компьютерного анализа (CAD) I и II поколений собственной разработки на обширной базе неотобранных маммографических изображений, полученных в условиях рутинной клинической практики.

Материал и методы. Обе системы были протестированы на наборе из 1532 маммограмм 356 пациенток с верифицированным раком молочной железы (РМЖ) на способность обнаруживать подозрительные области с различными характеристиками на маммограммах различной степени плотности. Размер образований, соответствовавших РМЖ, варьировал от 4 до 35 мм (средний – 13,4 ± 6,3 мм). Исключали случаи РМЖ, проявлявшиеся только в виде скоплений микрокальцинатов, поскольку данная задача решается с использованием отдельного универсального блока.

Результаты. При использовании систем I и II поколения были получены следующие результаты соответственно: обнаружение малых раков (до 10 мм) с очаговым ростом – 41 (78,85%) из 52 и 48 (92,31%; $p > 0,05$) из 52; обнаружение РМЖ, проявляющегося в виде асимметрии, – 18 (100%) из 18 и 13 (72,2%; $p > 0,05$) из 18; обнаружение частично срезанных образований – 15 (83,3%) из 18 и 17 (94,4%; $p > 0,05$) из 18; обнаружение образований, плохо видимых или вообще невидимых на стандартных маммограммах ввиду плотной паренхимы МЖ (типы C-D согласно ACR 2013), – 9 (56,3%) из 16 и

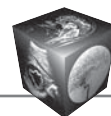
7 (70,0%; $p = 0,046$) из 16. Общая частота обнаружения подозрительных образований составила 88,76% (316 из 356 случаев) – для CAD I и 90,73% (323 из 356 случаев; $p > 0,05$) – для CAD II. Частота ложноположительных меток составила в среднем 1,8 и 1,3 соответственно на маммограмму при типах ACR A–B и 2,6 и 1,8 соответственно – при типах ACR C–D ($p < 0,05$).

Выводы. Эффективность CAD II сравнима с таковой CAD I во всех ситуациях, за исключением выявления плохо видимых и невидимых образований вследствие плотной паренхимы МЖ. Кроме того, CAD II, вероятно, превосходит CAD I в выявлении спикюлизованных образований малых размеров. Частота ложноположительных меток при использовании CAD I была достоверно выше.

Ключевые слова: маммография, рак молочной железы, компьютерная диагностика.

Ссылка для цитирования: Пасынков Д.В., Егошин И.А., Колчев А.А., Ключкин И.В., Бусыгина О.В. Сравнительный анализ диагностической ценности систем компьютерного анализа маммограмм I и II поколений. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 90–102. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-90-102.

Aim: to compare the diagnostic efficacy of generation I and II computer aided detection (CAD) systems for mammography of our own design using the large set of unselect-



ed mammography images obtained in a routine clinical practice settings.

Material and methods. Both CADs were tested on the set of 1532 mammography images of 356 women with confirmed breast cancer (BC). We assessed their value in the detection of suspicious areas with various characteristics located on the different density background. Size of BC lesions varied from 4 to 35 mm (mean – $13,4 \pm 6,3$ mm). We excluded BC representing only with microcalcification clusters from this analysis, because this task is solved using the separate universal module compatible with both CADs.

Results. For I and II generation CADs we obtained the following results: detection of small nodular BCs (≤ 10 mm) – 41 of 52 (78.85%) and 48 of 52 (92.31%; $p > 0.05$), respectively; detection of BCs visible as asymmetric areas – 18 of 18 (100%) and 13 of 18 (72.2%; $p > 0.05$), respectively; detection of only partially visible masses – 15 of 18 (83.3%) and 17 of 18 (94.4%; $p > 0.05$); detection of lesions poorly visible or invisible on standard mammography images due to the high density background (C-D types according to the ACR 2013 classification) – 9 of 16 (56.3%) and 7 of 16 (70.0%; $p = 0.046$). Total detection rate was 88.76% (316 of 356 cases) – for CAD I and 90.73% (323 of 356 cases; $p > 0.05$) – for CAD II. Mean false positive marks rate was 1.8 and 1.3 per image, respectively, – for ACR A-B images and 2.6 and 1.8 per image, respectively – for ACR C-D images ($p < 0.05$).

Conclusion. Generally the diagnostic value of CAD II is not inferior that of CAD I in all analyzed situations, except the poorly visible or invisible lesions on the dense breast background. Moreover, CAD II is probably superior CAD I in the detection of spiculated small masses. The rate of false positive marks was significantly higher for CAD I.

Key words: mammography, breast cancer, computer aided detection.

Recommended citation: Pasyunkov D.V., Egoshin I.A., Kolchev A.A., Kliouchkin I.V., Busygina O.V. Diagnostic Value of 1st and 2nd Generation Computer Aided Detection Systems for Mammography: a Comparative Assessment. *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 90–102. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-90-102.

Введение

Проблема рака молочной железы (РМЖ) по-прежнему остается актуальной. Каждый год более

1 млн человек во всем мире заболевают РМЖ, который составляет почти четверть всех злокачественных опухолей, регистрируемых у женщин [1]. Самая высокая заболеваемость РМЖ отмечается в развитых странах и оценивается как более 360 тыс. новых случаев в год в Европе и более 200 тыс. новых случаев в год в США [2]. В Российской Федерации РМЖ занимает первое место как в структуре онкологической заболеваемости женского населения, так и в общей популяции (18,2%). Ежегодно заболеваемость РМЖ увеличивается в среднем на 2%. Распространенность РМЖ в России с 2004 по 2014 г. возросла в 1,4 раза, составив в 2014 г. 411,1 на 100 000 населения [3]. При этом в структуре смертности данная форма рака занимает второе место среди всех причин смерти женского населения. Кроме того, РМЖ заметно молодеет: нередко случаи заболевания тридцатилетних и даже двадцатилетних женщин [4]. Все это побуждает разработку и внедрение массовых программ скрининга РМЖ в условиях всей страны. Однако это сразу приводит к резкому повышению нагрузки на врачей-рентгенологов, что снижает результативность и требует массового одновременного обучения сразу большого количества специалистов, задействованных в таких программах. Кроме того, имеются и объективные факторы, снижающие результативность программ маммографического скрининга РМЖ, – это и проблема плотной паренхимы, значительно снижающей чувствительность метода и порождающей большое количество ложноположительных результатов, и просто утомляемость специалиста, занимающегося монотонной работой, что ведет к пропуску подозрительных образований. В результате приблизительно в половине случаев подозрительные на злокачественные изменения обнаруживают на маммограммах, выполненных за 6 мес – 1 год до фактической постановки диагноза РМЖ [5].

Для корреспонденции*: Пасынков Дмитрий Валерьевич – 424037 Йошкар-Ола, ул. Осипенко, 22. Тел.: +7-9023-29-76-51. E-mail: passynkov@mail.ru

Пасынков Дмитрий Валерьевич – канд. мед. наук, заведующий отделением лучевой диагностики Республиканского онкологического диспансера Республики Марий Эл, Йошкар-Ола; **Егошин Иван Александрович** – аспирант кафедры прикладной математики и информатики Марийского государственного университета, Йошкар-Ола; **Колчев Алексей Анатольевич** – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры радиоастрономии Казанского федерального университета, Казань; **Клюшкин Иван Владимирович** – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры общей хирургии Казанского государственного медицинского университета, Казань; **Бусыгина Ольга Валерьевна** – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики Республиканского онкологического диспансера Республики Марий Эл, Йошкар-Ола.

Contact*: Dmitriy V. Pasyunkov – 22 Osipenko str., Yoshkar-Ola 424037, Russia. Phone: +7-9023-29-76-51. E-mail: passynkov@mail.ru

Dmitriy V. Pasyunkov – cand. of med. sci., head of radiology department, Oncology Dispenser of Mari El Republic, Yoshkar-Ola; **Ivan A. Egoshin** – postgraduate student, department of applied mathematics and informatics, Mari State University, Yoshkar-Ola; **Aleksey A. Kolchev** – cand. of phys-math. sci., associate professor of radio astronomy department, Kazan Federal University, Kazan; **Ivan V. Kliouchkin** – doct. of med. sci., professor of general surgery department, Kazan State Medical University, Kazan; **Olga V. Busygina** – radiologist, radiology department, Oncology Dispenser of Mari El Republic, Yoshkar-Ola.



В связи с этим во всем мире все более возрастает интерес к системам компьютерного анализа (CAD) маммографических изображений, способных выделять подозрительные изменения для последующего их прицельного анализа специалистом-рентгенологом. Тем не менее, согласно опубликованным данным, системы пропускают от 15 до 62% патологических образований, соответствующих РМЖ, в зависимости от их характеристик [6, 7]. Соответствующие отечественные проекты нам не известны. В связи с этим ранее нами была предпринята попытка создания CAD для маммографии MammCheck, основанной на поиске асимметричных зон на маммограммах правой и левой молочных желез (МЖ). При работе с этой системой I поколения была продемонстрирована ее способность идентифицировать подозрительные области, в том числе невидимые или плохо видимые на фоне плотной паренхимы МЖ. В то же время данный подход имеет ряд недостатков. В первую очередь, он требует наличия контралатеральной МЖ, что не всегда возможно (например, после перенесенной мастэктомии). Кроме того, широкий круг доброкачественных процессов и послеоперационных изменений в виде рубцов и физиологические асимметрии паренхимы органа будут ложно расцениваться как подозрительные области [8].

Сложность идентификации подозрительных областей заключается в низком уровне контрастности маммограмм (особенно степени плотности ACR C-D), слабой геометрической взаимосвязи этих областей и присутствием шумов, искажений, текстурных областей, схожих с областями, принадлежащими исследуемому объекту. В большинстве случаев для получения максимально эффективного результата последовательно используют различные методы контурной сегментации объектов интереса (операторы Робертса, Собеля, Кэнни) на изображении с предварительным «сглаживающим» фильтром (гауссов фильтр, медианный фильтр, морфологическое преобразование). К примеру, для определения границ объекта интереса предварительно применяется метод морфологического градиента, после которого проводится пороговая сегментация [9].

Однако применение «сглаживающих» фильтров может исказить саму область интереса, а операторы Робертса, Собеля дают большую толщину границы, что приводит к слиянию близкостоящих объектов, и очень чувствительны к помехам фиксирующей аппаратуры. Оператор Кэнни требует обязательного участия пользователя в установке порогов, так как при неправильном их выборе зачастую наблюдают разрывы в обнаруженных

границах объектов, что не позволяет его использовать в автоматическом режиме [10].

Особенность первых этапов обработки изображения в системе обработки маммограмм заключается в том, что ошибки, допущенные на этих этапах, например при выделении объектов интереса, могут привести к невозможности корректной классификации по обучающей выборке. В результате все эти подходы могут давать неплохие результаты в отобранных выборках, но мало пригодны для работы в реальных клинических условиях, где высока доля маммограмм с плотной (ACR C-D) паренхимой.

В связи с этим была разработана собственная методика идентификации подозрительных областей на маммограммах на основе определения и сравнения вложенных контуров по их числовым характеристикам [11], которая и была реализована нами в рамках программного пакета MammCheck II поколения.

Цель исследования

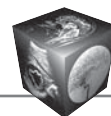
Сравнительная оценка эффективности работы CAD I и II поколений собственной разработки на обширной базе неотобранных маммографических изображений, полученных в условиях реальной клинической практики.

Материал и методы

CAD I поколения (CAD I) была основана на выявлении на маммограммах контралатеральных МЖ зон квадратной формы, среднее различие яркости которых превышало определенный порог. Вторым параметром, влиявшим на результаты работы данной системы, являлся размер сравниваемых квадратов. Однако результат, как правило, характеризовался значительным количеством ложноположительных зон. В связи с этим на втором этапе производилась фильтрация зон асимметрии, которые совпадали с зонами, выделенными в процессе яркостной трансформации, что позволяло значительно сократить частоту ложноположительных результатов [8].

CAD II поколения (CAD II) не требовала наличия маммограмм контралатеральных МЖ, поскольку основана на алгоритме вложенных контуров. Затем проводилась фильтрация ложноположительных зон по характерным особенностям [11].

Обе системы были протестированы на наборе из 1532 маммограмм 356 пациенток с верифицированным РМЖ на способность обнаруживать подозрительные области с различными характеристиками на маммограммах различной степени плотности с целью последующего их детального анализа. Патологическую зону считали обнаружен-



ной, если она была выявлена CAD на маммограмме хотя бы в одной проекции. Размер образований, соответствовавших РМЖ, варьировал в пределах от 4 до 35 мм (средний – $13,4 \pm 6,3$ мм). Не учитывали случаи РМЖ, проявлявшиеся только в виде скоплений микрокальцинатов, поскольку данная задача решается с использованием отдельного универсального для обоих поколений CAD блока. Степень плотности соответствовала типу А согласно классификации Американского общества специалистов в области лучевой диагностики (ACR) в 65 (18,26%) случаях, ACR B – в 145 (40,73%), ACR C – в 142 (39,89%), ACR D – в 4 (1,12%).

Статистическая обработка. Приведенные в статье средние величины соответствуют арифметическому среднему ($\pm$ стандартное отклонение), а значения p рассчитаны, если не указано иное, с использованием критерия χ^2 .

Результаты

Звездчатые образования (образования со спикюлированным контуром) являются наиболее частым маммографическим проявлением РМЖ и соответствуют, как правило, категориям BI-RADS 4–5. В нашей выборке на их долю пришлось 220 (61,80%) из 356 случаев (эти значения рассчитывались с учетом РМЖ, проявлявшихся скоплениями микрокальцинатов, что встречается, по нашим данным, приблизительно в 7,44% случаев РМЖ). В итоге в общей сложности чувствительность обеих систем оказалась приблизительно аналогичной (201 (91,36%) из 220 и 205 (93,18%) из 220) – при использовании CAD I и CAD II соответственно; $p > 0,05$). Однако при проведении анализа, включавшего только звездчатые образования малых размеров (до 10 мм), чувствительность CAD II оказалась номинально выше (41 (78,85%) из 52 и 48 (92,31%) из 52 соответственно; $p > 0,05$). Эта ситуация особенно наглядно проиллюстрирована на рис. 1, когда CAD II ретроспективно выявила изменения за более чем 4 года до фактической постановки диагноза.

Области измененной структуры паренхимы фактически являются вариантом спикюлированного образования, имеющего малых размеров плотный центр и длинные спикюлы. В результате снижается как площадь асимметричной зоны (что важно при работе CAD I), так и плотного центра (что важно при работе CAD II), что затрудняет их автоматическое обнаружение. Несмотря на то что аналогичную маммографическую картину могут иметь доброкачественные лучистые рубцы, все такие изменения должны подвергаться морфологической верификации, поскольку достоверная их дифференциальная диагностика посредством

современных лучевых методов невозможна. В нашей выборке такие изменения были выявлены в 14 (3,93%) из 356 случаев. В 8 (57,14%) случаях патологические зоны были выявлены с помощью CAD I, в 12 (85,71%; $p > 0,05$) – с помощью CAD II (рис. 2).

Образования неправильной формы с нечетким контуром. Данное маммографическое проявление РМЖ по сути является вариантом спикюлированного образования и отмечается в том случае, когда длина спикул невелика. Аналогичную картину могут иметь и значительное количество доброкачественных образований, преимущественно очаговые фиброзы и фиброзированные инволютивные фиброаденомы, поэтому они обычно попадают в категории BI-RADS 3–4 и часто являются объектом дифференциальной диагностики, в том числе с использованием интервенционных методов. В нашей выборке данные образования встречались в 58 (16,29%) из 356 случаев. Выделение их для проведения отдельного анализа было обусловлено необходимостью оценки чувствительности CAD обоих поколений к характеристикам контура образования (рис. 3). В результате CAD I выделила 47 (81,03%) таких образований, CAD II – 51 (87,93%).

Дольчатые образования и округлые образования с полностью или частично ровным контуром являются сравнительно нечастым маммографическим проявлениям умеренно- и высокодифференцированного РМЖ (18 (5,01%) из 356 случаев) с преимущественно экспансивным ростом, но часто они ошибочно расцениваются как доброкачественные образования. В нашем анализе обе CAD выявили все (100%) такие образования, однако размер их был довольно большим (среднее – 15 ± 7 мм) (рис. 4). Таким образом, характеристики контура образования, как представляется, не оказывают влияния на чувствительность CAD обоих поколений.

Частично визуализируемые образования располагаются в зонах МЖ, частично не попадающих в область съемки в стандартных скрининговых проекциях, и поэтому определяются на получаемых изображениях не полностью, т.е. часть образования остается за пределами снимка. Данная ситуация, как ожидалось, не должна была сказаться на диагностической ценности CAD I, однако могла повлиять на эффективность работы CAD II ввиду отсутствия части контура и поэтому была проанализирована отдельно (рис. 5). В результате из 18 таких случаев CAD I обнаружила 15 (83,3%), CAD II – 17 (94,4%; $p > 0,05$). Таким образом, данная ситуация, как представляется, не оказывает значимого влияния на результаты работы обеих CAD.

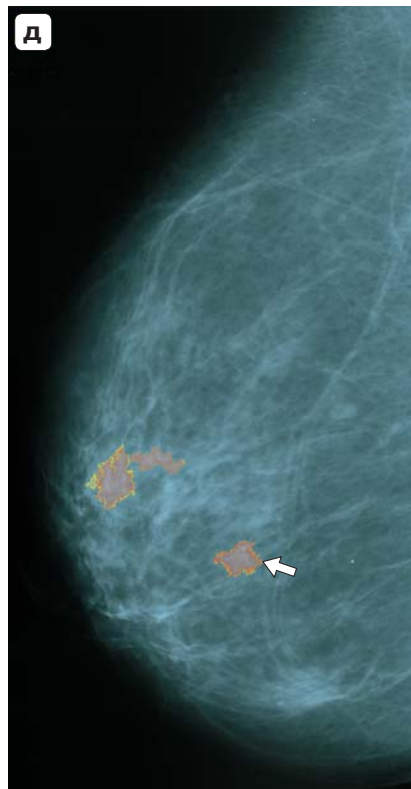
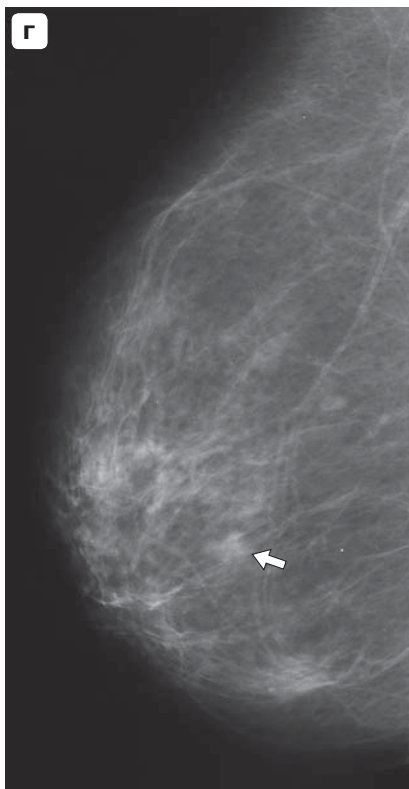
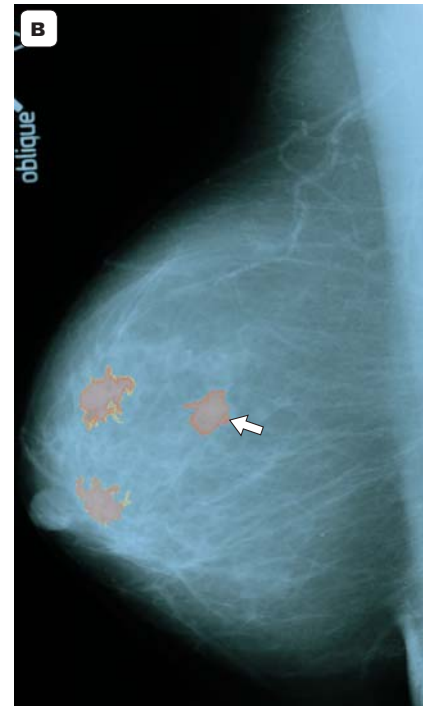
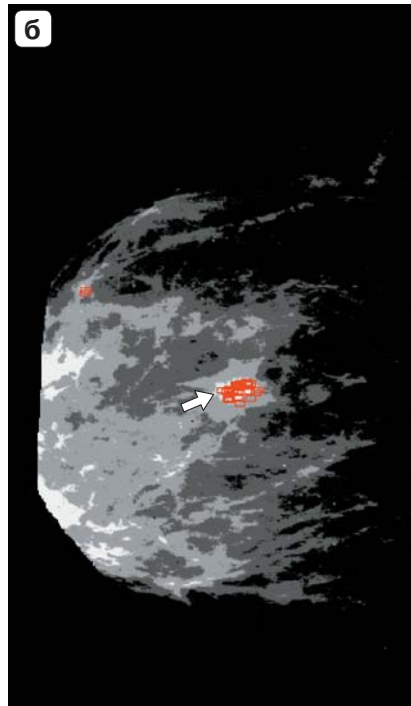
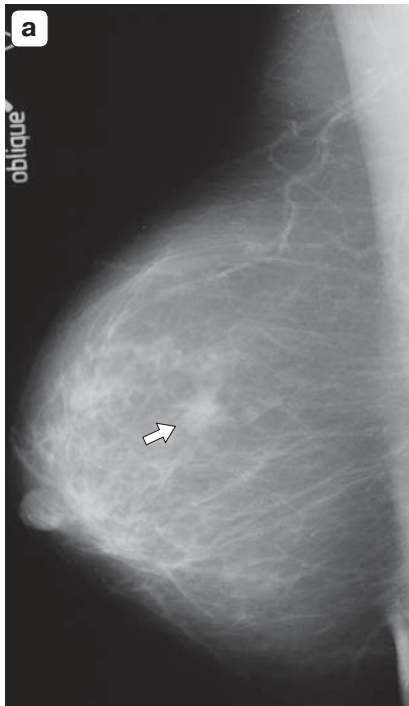


Рис. 1. Маммограммы пациентки в медиолатеральной косой проекции (MLO). а – от 20.12.16, где на фоне ACR B определяется спикюлированное образование (BI-RADS 4; гистологически верифицированный протоковый рак; стрелка); б, в – результаты работы CAD I и II соответственно; стрелкой обозначены истинно положительные метки, соответствующие РМЖ; г – от 10.02.11 (в 90° боковой проекции), на фоне ACR B в зоне впоследствии выявленного злокачественного образования имеются неспецифичные изменения (BI-RADS 3; стрелка); д – результат работы CAD II (CAD I не выявила образование); стрелкой обозначено обнаруженное патологическое образование. В данном случае неспецифичные изменения были пропущены в 2011 г.

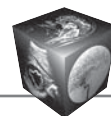
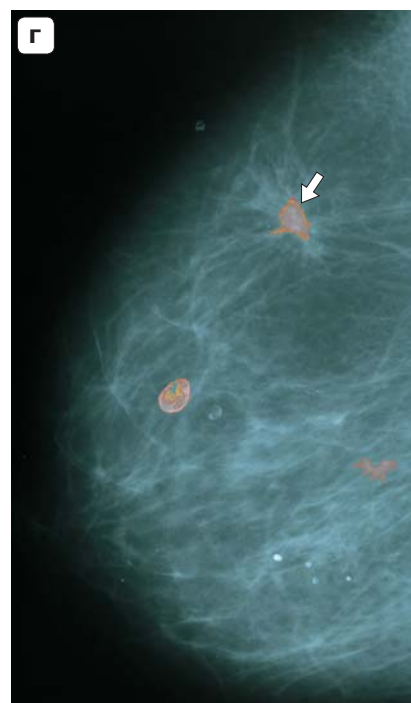
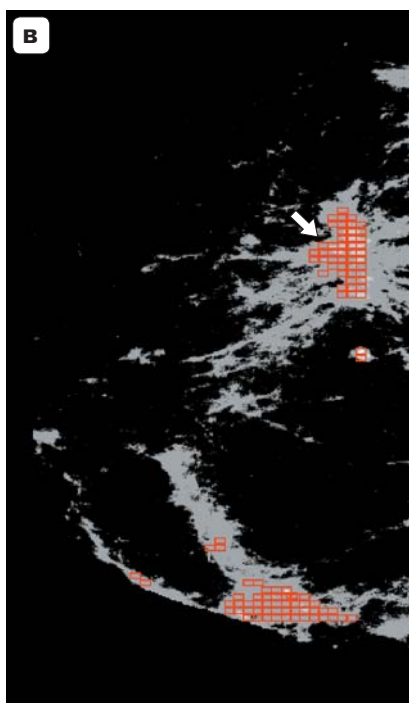
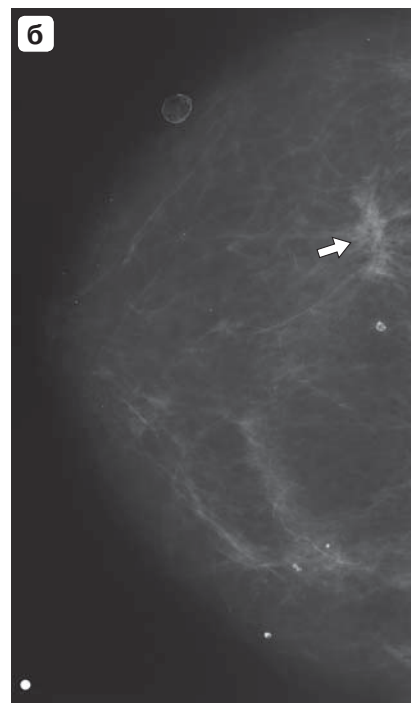
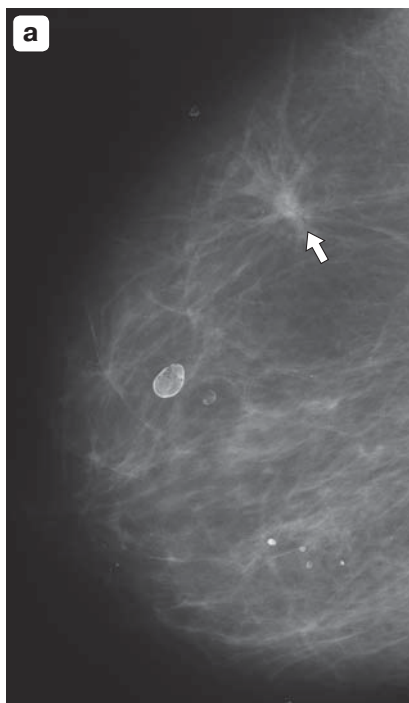


Рис. 2. Маммограммы левой МЖ в 90° боковой (а) и краниокаудальной (б), на которых на фоне жировой паренхимы (ACR A) на 12 часах в левой МЖ (стрелка) определяется область измененной структуры паренхимы (BI-RADS 4; верифицированный протоковый рак); в, г – результаты работы CAD: в – CAD I обнаружила плотный центр патологического образования на маммограмме левой МЖ в краниокаудальной проекции (CC) (стрелка); на маммограмме MLO патологическая область не была обнаружена; г – CAD II обнаружила патологическое образование на маммограмме левой МЖ MLO (стрелка), несмотря на низкое качество изображений.



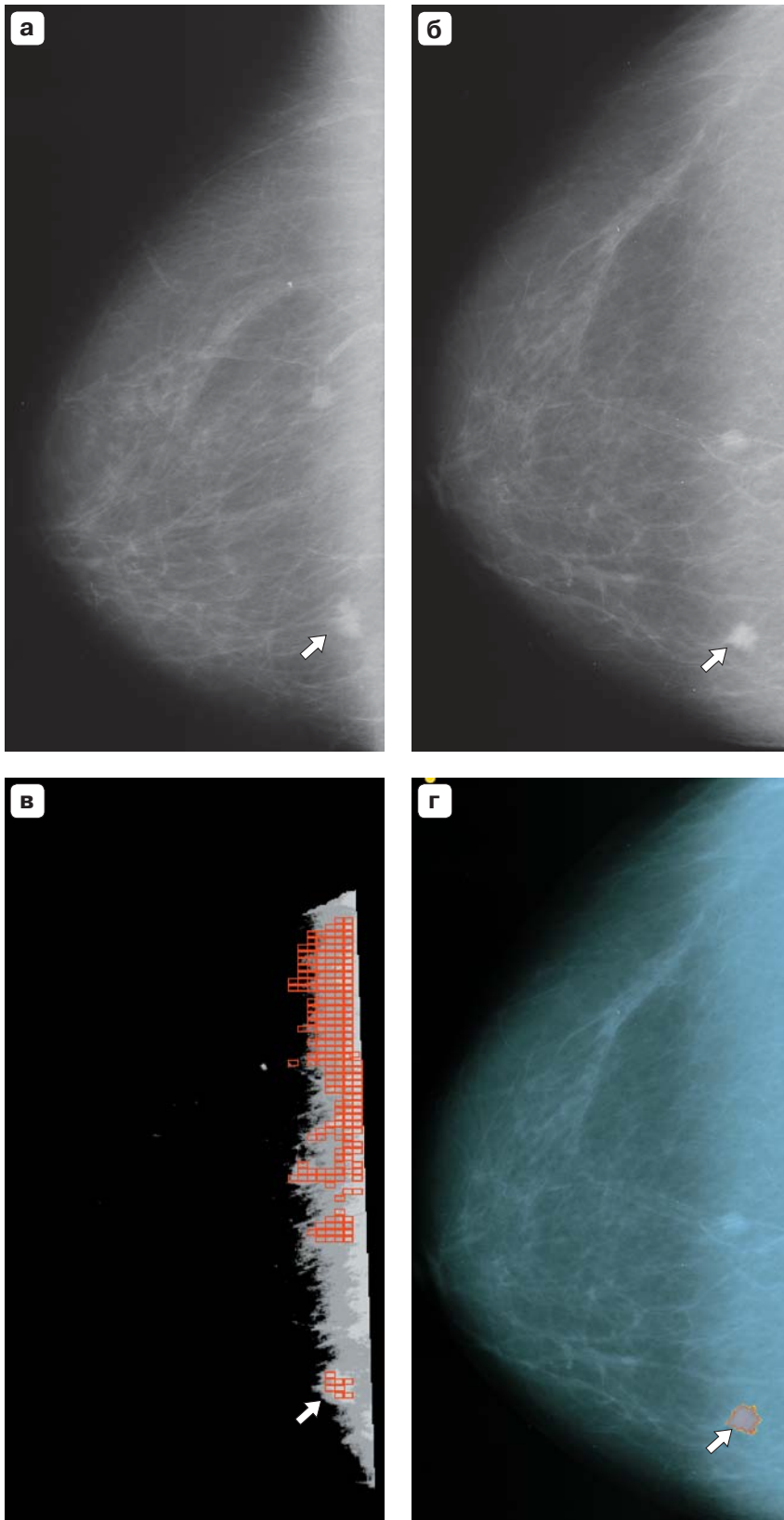


Рис. 3. Маммограммы в медиолатеральной косой (а) и краниокаудальной (б) проекциях, на которых на фоне жировой паренхимы (ACR A) определяется малых размеров непальпируемое образование с несколько неровным контуром (BI-RADS 3; цитологически верифицированный протоковый рак), выявленное в процессе скринингового обследования (стрелка); в – результат работы CAD I с маммограммой MLO: несмотря на то что образование фактически было обнаружено (стрелка), большое количество ложноположительных меток не позволяет достичь высокой информативности; г – результат работы CAD II с маммограммой CC: отмечается уверенное обнаружение образования (стрелка).

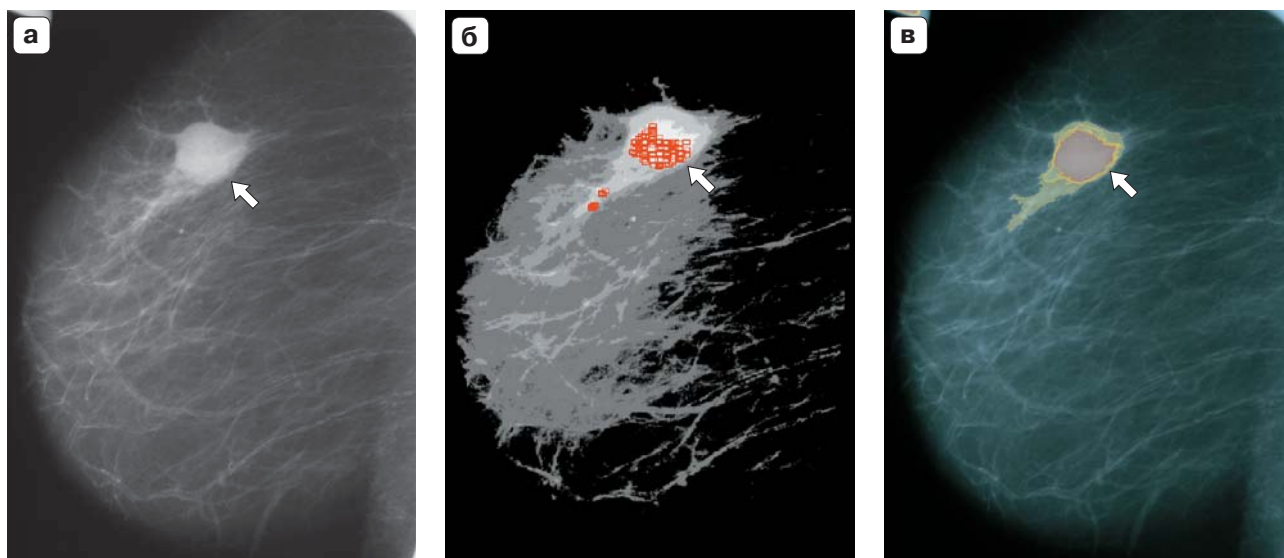
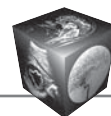


Рис. 4. Маммограмма MLO (а), где на фоне ACR A определяется округлое образование с почти ровным контуром (BI-RADS 3; цитологически верифицированная протоковая аденокарцинома, стрелка); б – результат анализа CAD I данной маммограммы: образование обнаружено (стрелка); в – результат анализа CAD II данной маммограммы: образование обнаружено (стрелка).

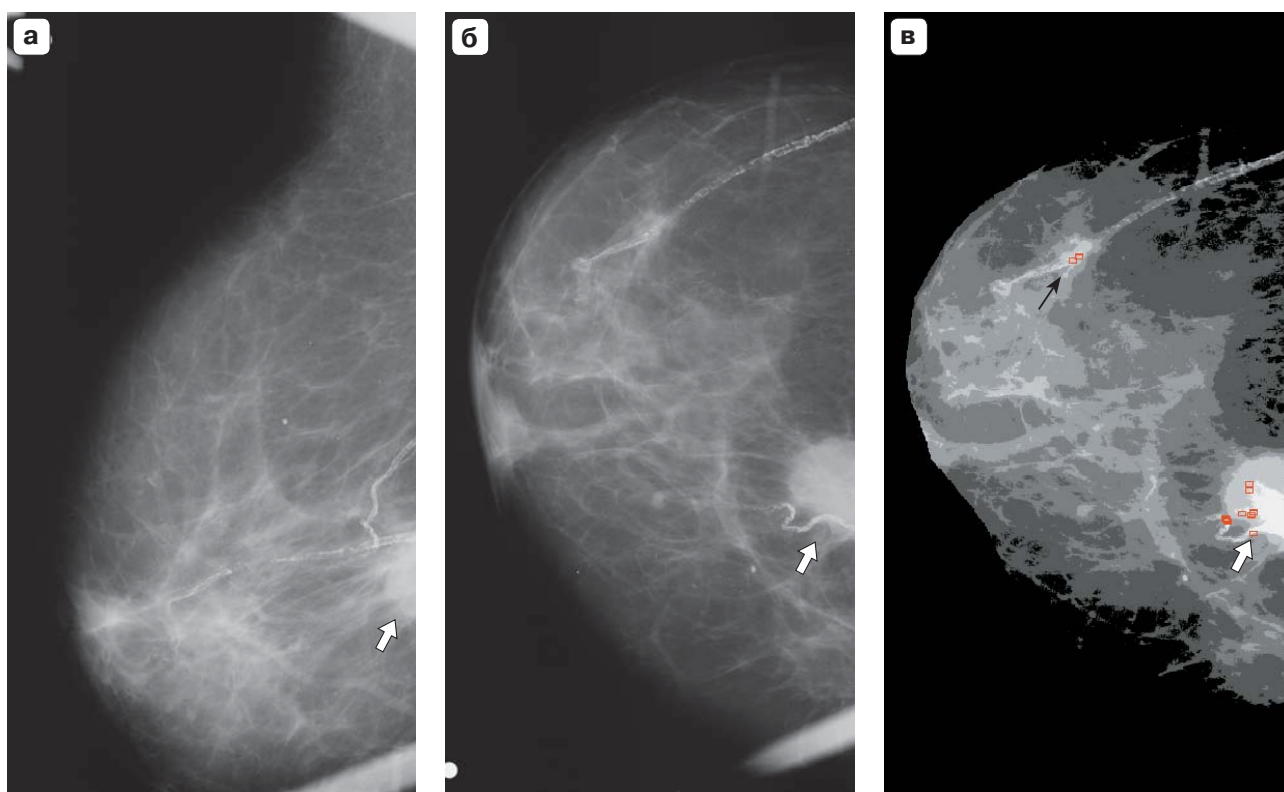


Рис. 5. Маммограммы MLO (а) и CC (б), где на фоне ACR B определяется частично срезанное спикюлированное образование BI-RADS 5 (верифицированная протоковая аденокарцинома, стрелка); в – результат анализа CAD I маммограммы CC: образование обнаружено (тонкая черная стрелка); белой стрелкой обозначен результат наложения теней фиброзного тяжа и обызвествленного кровеносного сосуда, характеристики которого приблизительно соответствуют спикюлированному образованию (ложноположительная метка); на маммограмме MLO визуализируемая часть образования обнаружена не была.

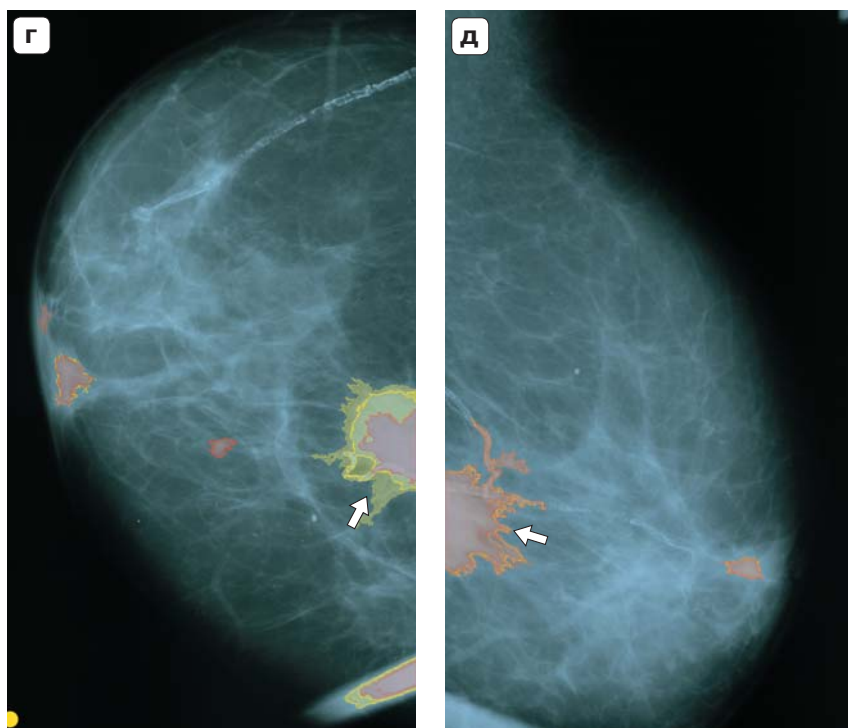


Рис. 5 (окончание). г – результат анализа CAD II маммограммы СС: частично срезанное образование обнаружено (стрелка); также имеется несколько ложноположительных зон; д – результат анализа CAD II маммограммы MLO: частично срезанное образование обнаружено (стрелка).

Асимметрии плотности паренхимы встречаются довольно часто и далеко не всегда являются проявлениями злокачественных процессов. Однако ряд злокачественных опухолей, в частности характеризующихся инфильтративным ростом, либо узловые РМЖ на фоне плотной паренхимы могут проявляться только областями асимметрии. Такая ситуация отмечалась в 18 (5,01%) из 356 наших наблюдений. По своему алгоритму CAD I была специально предназначена для выявления таких ситуаций, поэтому представляло особый интерес сравнить диагностическую ценность CAD I и II поколений. В результате CAD I обнаружила все 18 асимметрий, CAD II – 13 (72,2%) случаев ($p = 0,059$) (рис. 6).

Образования, нечетко визуализирующиеся или вообще не визуализирующиеся на фоне паренхимы ACR C-D, представляют собой значительную проблему маммографии, поскольку практически не выявляются данным способом. Для пальпируемых образований в данной ситуации могут выполняться другие исследования, позволяющие установить диагноз, непальпируемые же образования часто пропускаются. Кроме того, что данная ситуация является основной причиной интервальных раков, паренхима ACR C-D обычно имеет тяжистую структуру при пальпации, что затрудняет и клиническое обследование МЖ, порождая при этом значительное количество ложноположительных результатов. Такая ситуация имела место в 16 (13,22%) из 121 случая при ACR C-D и 16 (4,49%) из 356 случаев – в целом. Тем не менее использование CAD I позво-

лило идентифицировать около половины таких случаев (9 (56,3%) из 16), CAD II – 7 (43,8%; $p > 0,05$) из 16. Таким образом, данные случаи могут рассцениваться как плохо различимые или неразличимые глазом асимметрии (рис. 7).

Чувствительность и специфичность. Общая чувствительность CAD I в нашей выборке составила 88,76% (316 из 356 случаев), CAD II – 90,73% (323 из 356 случаев; $p > 0,05$). Частота ложноположительных меток составила в среднем 1,8 и 1,3 соответственно на маммограмму при типах ACD A-B и 2,6 и 1,8 соответственно – при типах ACR C-D ($p < 0,05$).

Обсуждение

В настоящее время отмечается повышенный интерес к технологиям искусственного интеллекта, применимым в медицинской практике. Преимущества их очевидны – современные компьютеры имеют высокую производительность, что обеспечивает возможность обработки значительных массивов данных в довольно короткие сроки, не устают, что является причиной значительной доли ошибок при работе человека, и легко справляются с большим количеством монотонной работы.

CAD являются одним из вариантов применения систем искусственного интеллекта. В настоящее время за рубежом созданы и с различной степенью успешности используются таковые для маммографии, компьютерной томографии (с целью поиска периферических образований легких),

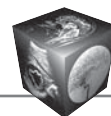
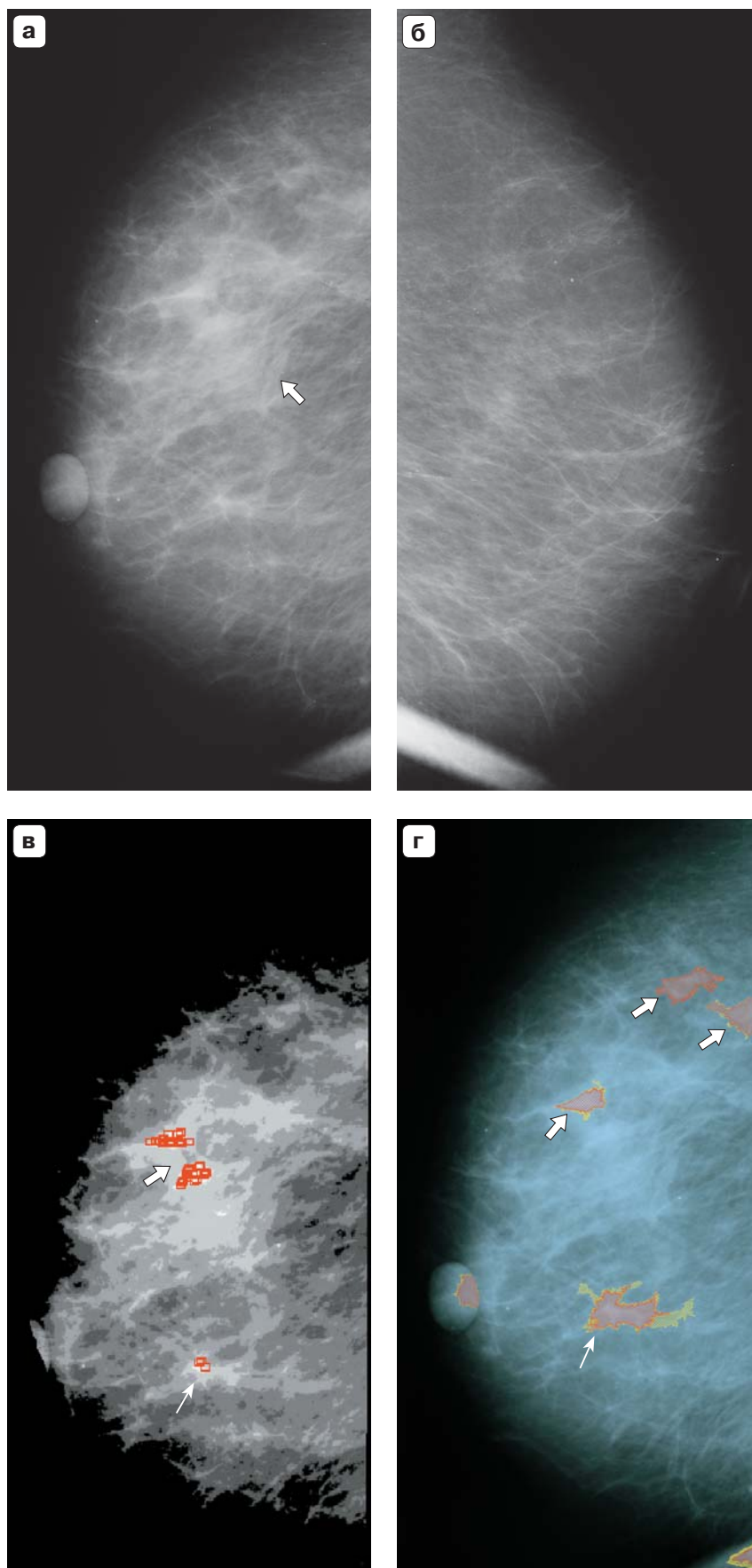


Рис. 6. Маммограммы MLO. а – на фоне ACR В слева определяется зона асимметрии в верхненаружном квадранте (BI-RADS 3; гистологически верифицированный протоковый рак (стрелка); б – нормальная маммограмма правой МЖ; в – результат работы CAD I с маммограммой MLO левой МЖ: зона асимметрии обнаружена как две расположенные рядом области (стрелка); г – результат работы CAD II с маммограммой MLO левой МЖ: зона асимметрии обнаружена как три расположенные рядом области (тонкие стрелки); стрелками на рис. 6, в и 6, г обозначены ложноположительные метки (один и тот же фиброзный тяж).



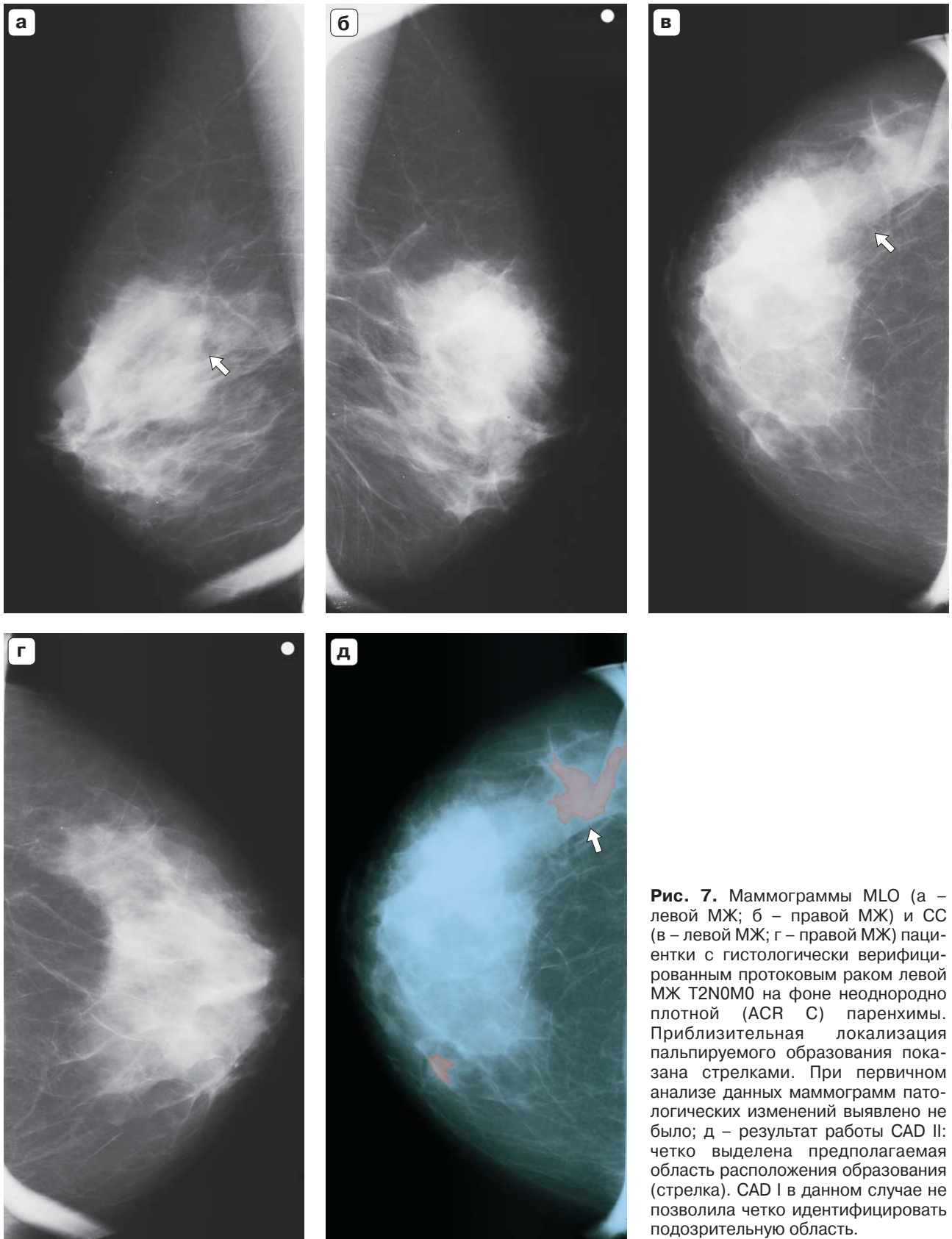
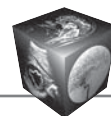


Рис. 7. Маммограммы MLO (а – левой МЖ; б – правой МЖ) и СС (в – левой МЖ; г – правой МЖ) пациентки с гистологически верифицированным протоковым раком левой МЖ T2N0M0 на фоне неоднородно плотной (ACR C) паренхимы. Приблизительная локализация пальпируемого образования показана стрелками. При первичном анализе данных маммограмм патологических изменений выявлено не было; д – результат работы CAD II: четко выделена предполагаемая область расположения образования (стрелка). CAD I в данном случае не позволила четко идентифицировать подозрительную область.



виртуальной колоноскопии (с целью поиска полипов толстой кишки) [12–14]. Однако алгоритмы и коды имеющихся на сегодняшний день зарубежных образцов закрыты и запатентованы, что позволяет только их коммерческое использование, значительно повышая затраты и делая невозможным любые адаптации и усовершенствования. Кроме того, ряд систем адаптирован к работе в паре с определенным оборудованием, что также снижает возможность их широкого применения.

Общеизвестно, что значительная доля пропущенных раков соответствует теням и скоплениям микрокальцинатов малых размеров (менее 5–10 мм) и наиболее прогностически благоприятным стадиям заболевания, которые трудно заметить на плотном фоне, либо обладает неспецифичной рентгенокартиной. В то же время их выявление представляется самой важной целью маммографического скрининга, поскольку значительно улучшает отдаленные исходы и даже обеспечивает возможность полного излечения у значительной доли пациенток [15]. В связи с этим любые вмешательства, направленные на повышение частоты выявления данных образований, представляются весьма перспективными с точки зрения практической маммологии.

Согласно полученным нами результатам, на данном этапе CAD II, не требующая наличия изображений контралатеральной МЖ, приближена по диагностической информативности к CAD I. Возможными исключениями являются способность к выявлению спикюлизованных образований малых размеров (с чем лучше справляется CAD II), а также асимметрий и, вероятно, невидимых на фоне паренхимы ACD C-D образований (для чего разрабатывалась CAD I), однако ограниченное количество таких случаев не позволяет сделать окончательного заключения. Другим перспективным направлением дальнейших исследований представляется разработка фильтров для подавления ложноотрицательных меток, что могло бы повысить специфичность систем. Также перспективной представляется попытка разработки модулей дифференциальной диагностики выявленных образований, что позволило бы отсекавать заведомо доброкачественные процессы, хотя первые такие попытки, в частности основанные на количественной оценке неровности видимой проекции контура, по объективным патоморфологическим причинам оказались мало клинически ценными [16].

В то же время системы обоих поколений уже сейчас обеспечивают достаточно высокую чувствительность, и внедрение их в рутинную клиническую практику, например в качестве инструмента второго или третьего прочтения маммограмм

с последующим прицельным анализом помеченных зон, вероятно, позволит повысить частоту обнаружения образований преимущественно малых размеров, соответствующих прогностически благоприятным и потенциально курабельным РМЖ, а также РМЖ, плохо видимым на стандартных маммограммах.

Выводы

1. На данном этапе чувствительность CAD I порогов (p = 0,059) превосходит таковую CAD II в выявлении РМЖ, проявляющихся только асимметриями плотности паренхимы МЖ, и, вероятно, РМЖ, невидимых на фоне плотной (ACR C-D) паренхимы. Напротив, CAD II, вероятно, превосходит CAD I в выявлении спикюлизованных образований малых размеров.

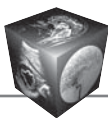
2. В остальных типичных для РМЖ ситуациях (кроме проявляющихся только скоплениями микрокальцинатов) CAD I и II имеют приблизительно равную чувствительность при меньшей частоте ложноположительных меток при использовании CAD II.

3. Целесообразно внедрение CAD в рутинную клиническую практику в качестве систем второго или третьего анализа маммограмм, где на настоящем этапе развития представляется оправданным использование CAD обоих поколений с последующим анализом их результатов в зависимости от рентгеновской плотности паренхимы МЖ.

4. Разработанные нами CAD I и II поколений в настоящее время не обеспечивают возможности дифференциальной диагностики выявленных образований.

Список литературы

1. Комарова В.П., Комарова Л.Е., Поддубная И.В. Фулвестрант в современной терапии распространенного рака молочной железы: фармакоэкономическое обоснование. *Современная онкология*. 2007; 9 (3): 33–35.
2. Bleyer A., Welch H.G. Effect of Three Decades of Screening Mammography on Breast-Cancer Incidence. *N. Engl. J. Med.* 2012; 367: 1998–2005. DOI: 10.1056/NEJMoa1206809.
3. Состояние онкологической помощи населению России в 2014 году; Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2015. 235 с.
4. Комарова Л.Е. Маммографический скрининг (состояние вопроса и перспективы). *Российский онкологический журнал*. 2015; 4: 9–16.
5. Ключкин И.В., Пасынков Д.В., Бусыгина О.В., Пасынкова О.О. К вопросу о возможном повышении риска рака молочной железы у пациенток, перенесших оперативные вмешательства на ней по поводу доброкачественной патологии. *Казанский медицинский журнал*. 2015; 96 (3): 316–321. DOI: 10.17750/KMJ2015-316.
6. Baker J.A., Rosen E.L., Lo J.Y., Gimenez E.I., Walsh R., Soo M.S. Computer-Aided Detection (CAD) in Screening



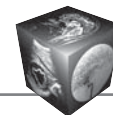
- Mammography: Sensitivity of Commercial CAD Systems for Detecting Architectural Distortion. *Am. J. Roentgenol.* 2003; 181: 1083–1088. DOI: 10.2214/ajr.181.4.1811083.
7. Lehman C.D., Wellman R.D., Buist D.S., Kerlikowske K., Tosteson A.N., Miglioretti D.L. Diagnostic Accuracy of Digital Screening Mammography With and Without Computer-Aided Detection. *JAMA Intern. Med.* 2015; 175 (11): 1828–1837. DOI: 10.1001/jamainternmed.2015.5231.
 8. Пасынков Д.В., Ключкин И.В., Бусыгина О.В. Способ повышения чувствительности и специфичности систем компьютерного анализа маммографических изображений при высокой плотности паренхимы молочной железы. *Казанский медицинский журнал.* 2016; 97 (3): 443–449. DOI: 10.17750/KMJ2016-.
 9. Никитин О.Р., Пасечник А.С. Оконтуривание и сегментация в задачах автоматизированной диагностики патологий. *Методы и устройства передачи и обработки информации.* 2009; 11: 300–309.
 10. Chinu A.C. Overview and Comparative Analysis of Edge Detection Techniques in Digital Image Processing. *Intern. J. Inform. Comput. Technol.* 2014; 4 (10): 973–980.
 11. Egoshin I., Pasyнков D., Kolchev A., Kliouchkin I. Value of nested contours analysis algorithm in mammographic image processing. *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* 2016; 11 (1): S278.
 12. Calas M.G.B., Gutfilen B., Pereira W.C.A. CAD and mammography: why use this tool? *Radiol. Bras.* 2012; 45 (1): 25–29.
 13. Fuster D., Pagès M., Granados U. Update on PET/CT colonography in the diagnosis of colorectal cancer. *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular.* 2016; 35 (4): 246–252. DOI: 10.1016/j.rem.2016.05.001.
 14. Kakinuma R., Ashizawa K., Kobayashi T. Comparison of sensitivity of lung nodule detection between radiologists and technologists on low-dose CT lung cancer screening images. *Br. J. Radiol.* 2012; 85 (1017): e603–e608. DOI: 10.1259/bjr/75768386
 15. Cao J.Q., Olson R.A., Tyldesley S.K. Comparison of recurrence and survival rates after breast-conserving therapy and mastectomy in young women with breast cancer. *Current Oncol.* 2013; 20 (6): e593–e601. DOI: 10.3747/co.20.1543.
 16. Пасынков Д.В., Ключкин И.В., Бусыгина О.В. Контурный анализ маммографических изображений доброкачественной и злокачественной патологии молочной железы. *Казанский медицинский журнал.* 2015; 96 (3): 322–325. DOI: 10.17750/KMJ2015-322.
 - MNIOI im. P.A.Gertzena – filial NMIRC Minzdrava Rossii, 2015. 235 p. (In Russian)
 4. Komarova L.E. Mammography screening: present state and future perspectives. *Rossiyskiy Onkologicheskii Zhurnal.* 2015; 4: 9–16. (In Russian)
 5. Klyushkin I.V., Pasyнков D.V., Busygina O.V., Pasynkova O.O. On the possibility of an increased risk of breast cancer in patients who underwent breast surgeries for benign diseases. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal.* 2015; 96 (3): 316–32. DOI: 10.17750/KMJ2015-316. (In Russian)
 6. Baker J.A., Rosen E.L., Lo J.Y., Gimenez E.I., Walsh R., Soo M.S. Computer-Aided Detection (CAD) in Screening Mammography: Sensitivity of Commercial CAD Systems for Detecting Architectural Distortion. *Am. J. Roentgenol.* 2003; 181: 1083–1088. DOI: 10.2214/ajr.181.4.1811083.
 7. Lehman C.D., Wellman R.D., Buist D.S., Kerlikowske K., Tosteson A.N., Miglioretti D.L. Diagnostic Accuracy of Digital Screening Mammography With and Without Computer-Aided Detection. *JAMA Intern. Med.* 2015; 175 (11): 1828–1837. DOI: 10.1001/jamainternmed.2015.5231.
 8. Pasyнков D.V., Klyushkin I.V., Busygina O.V. Method to increase sensitivity and specificity of computer-aided detection system for mammographic images in dense breast parenchyma. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal.* 2016; 97 (3): 443–449. DOI: 10.17750/KMJ2016-.
 9. Nikitin O.R., Pasechnik A.S. Contouring and segmentation in the automatic diagnosis. *Metodi i ustroystva peredachi i obrabotki informatsdii.* 2009; 11: 300–309. (In Russian)
 10. Chinu A.C. Overview and Comparative Analysis of Edge Detection Techniques in Digital Image Processing. *Intern. J. Inform. Comput. Technol.* 2014; 4 (10): 973–980.
 11. Egoshin I., Pasyнков D., Kolchev A., Kliouchkin I. Value of nested contours analysis algorithm in mammographic image processing. *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* 2016; 11 (1): S278.
 12. Calas M.G.B., Gutfilen B., Pereira W.C.A. CAD and mammography: why use this tool? *Radiol. Bras.* 2012; 45 (1): 25–29.
 13. Fuster D., Pagès M., Granados U. Update on PET/CT colonography in the diagnosis of colorectal cancer. *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular.* 2016; 35 (4): 246–252. DOI: 10.1016/j.rem.2016.05.001.
 14. Kakinuma R., Ashizawa K., Kobayashi T. Comparison of sensitivity of lung nodule detection between radiologists and technologists on low-dose CT lung cancer screening images. *Br. J. Radiol.* 2012; 85 (1017): e603–e608. DOI: 10.1259/bjr/75768386
 15. Cao J.Q., Olson R.A., Tyldesley S.K. Comparison of recurrence and survival rates after breast-conserving therapy and mastectomy in young women with breast cancer. *Current Oncol.* 2013; 20 (6): e593–e601. DOI: 10.3747/co.20.1543.
 16. Пасынков Д.В., Ключкин И.В., Бусыгина О.В. Контурный анализ маммографических изображений доброкачественной и злокачественной патологии молочной железы. *Казанский медицинский журнал.* 2015; 96 (3): 322–325. DOI: 10.17750/KMJ2015-322. (In Russian)

References

1. Komarova V.P., Komarova L.E., Poddubnaja I.V. Fulvestrant in the modern therapy of disseminated breast cancer: pharmacoeconomic rationale. *Sovremennaya Onkologiya.* 2007; 9 (3): 33–35. (In Russian)
2. Bleyer A., Welch H.G. Effect of Three Decades of Screening Mammography on Breast-Cancer Incidence. *N. Engl. J. Med.* 2012; 367: 1998–2005. DOI: 10.1056/NEJMoa1206809.
3. Oncology care in Russia (2014): state of the art. Kaprin A.D., Starinsky V.V., Petrova G.V. (eds.). Moscow: MNIOI im. P.A.Gertzena – filial NMIRC Minzdrava Rossii, 2015. 235 p. (In Russian)
4. Komarova L.E. Mammography screening: present state and future perspectives. *Rossiyskiy Onkologicheskii Zhurnal.* 2015; 4: 9–16. (In Russian)
5. Klyushkin I.V., Pasyнков D.V., Busygina O.V., Pasynkova O.O. On the possibility of an increased risk of breast cancer in patients who underwent breast surgeries for benign diseases. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal.* 2015; 96 (3): 316–32. DOI: 10.17750/KMJ2015-316. (In Russian)
6. Baker J.A., Rosen E.L., Lo J.Y., Gimenez E.I., Walsh R., Soo M.S. Computer-Aided Detection (CAD) in Screening Mammography: Sensitivity of Commercial CAD Systems for Detecting Architectural Distortion. *Am. J. Roentgenol.* 2003; 181: 1083–1088. DOI: 10.2214/ajr.181.4.1811083.
7. Lehman C.D., Wellman R.D., Buist D.S., Kerlikowske K., Tosteson A.N., Miglioretti D.L. Diagnostic Accuracy of Digital Screening Mammography With and Without Computer-Aided Detection. *JAMA Intern. Med.* 2015; 175 (11): 1828–1837. DOI: 10.1001/jamainternmed.2015.5231.
8. Pasyнков D.V., Klyushkin I.V., Busygina O.V. Method to increase sensitivity and specificity of computer-aided detection system for mammographic images in dense breast parenchyma. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal.* 2016; 97 (3): 443–449. DOI: 10.17750/KMJ2016-.
9. Nikitin O.R., Pasechnik A.S. Contouring and segmentation in the automatic diagnosis. *Metodi i ustroystva peredachi i obrabotki informatsdii.* 2009; 11: 300–309. (In Russian)
10. Chinu A.C. Overview and Comparative Analysis of Edge Detection Techniques in Digital Image Processing. *Intern. J. Inform. Comput. Technol.* 2014; 4 (10): 973–980.
11. Egoshin I., Pasyнков D., Kolchev A., Kliouchkin I. Value of nested contours analysis algorithm in mammographic image processing. *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* 2016; 11 (1): S278.
12. Calas M.G.B., Gutfilen B., Pereira W.C.A. CAD and mammography: why use this tool? *Radiol. Bras.* 2012; 45 (1): 25–29.
13. Fuster D., Pagès M., Granados U. Update on PET/CT colonography in the diagnosis of colorectal cancer. *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular.* 2016; 35 (4): 246–252. DOI: 10.1016/j.rem.2016.05.001.
14. Kakinuma R., Ashizawa K., Kobayashi T. Comparison of sensitivity of lung nodule detection between radiologists and technologists on low-dose CT lung cancer screening images. *Br. J. Radiol.* 2012; 85 (1017): e603–e608. DOI: 10.1259/bjr/75768386
15. Cao J.Q., Olson R.A., Tyldesley S.K. Comparison of recurrence and survival rates after breast-conserving therapy and mastectomy in young women with breast cancer. *Current Oncol.* 2013; 20 (6): e593–e601. DOI: 10.3747/co.20.1543.
16. Пасынков Д.В., Ключкин И.В., Бусыгина О.В. Контурный анализ маммографических изображений доброкачественной и злокачественной патологии молочной железы. *Казанский медицинский журнал.* 2015; 96 (3): 322–325. DOI: 10.17750/KMJ2015-322. (In Russian)

Поступила в редакцию 10.01.2017.
Принята к печати 18.01.2017.

Received on 10.01.2017.
Accepted for publication on 18.01.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-103-115

Факторы риска и патофизиология контраст-индуцированной нефропатии после мультиспиральной компьютерной томографии с контрастным усилением

Кармазановский Г.Г.^{1, 2, 3 *}, Ревিশвили А.Ш.¹

¹ ФГБУ "Институт хирургии им. А.В. Вишневского" Минздрава России, Москва, Россия

² ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва, Россия

³ ООО "Рэмси Диагностика Рус", Москва, Россия

Risk Factors and Pathophysiology of Contrast-Induced Nephropathy after Contrast Enhanced Multidetector Computed Tomography

Karmazanovsky G.G.^{1, 2, 3 *}, Revishvili A.Sh.¹

¹ A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow, Russia

² I.M. Sechenov 1st Moscow State Medical University, Moscow, Russia

³ RamsayDiagnostics, Moscow, Russia

Введение. Количество МСКТ с контрастным усилением растет повсеместно, а вместе с ней растет риск развития побочных проявлений внутрисосудистого введения рентгеноконтрастных диагностических средств, в частности острого повреждения почек (известного в литературе как "контраст-индуцированная нефропатия – КИН"). Литературные данные часто противоречивы. Необходим объективный анализ информации о частоте КИН и оценке групп риска ее развития.

Цель исследования: изучение факторов, влияющих на развитие КИН, осмысление ее патофизиологии при выполнении МСКТ с контрастным усилением изображения, в том числе у пациентов с сахарным диабетом.

Материал и методы. Проанализированы 62 научные англоязычные публикации, полный текст которых и их библиография доступны в поисковой системе PubMed (2013–2016 гг.). Факторы патофизиологии КИН разделены на подгруппы и подвергнуты критическому анализу для осмысления противопоказаний к использованию МСКТ с контрастным усилением в диагностическом процессе.

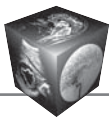
Результаты. Возраст старше 65 лет, низкий базовый уровень расчетной скорости клубочковой фильтрации (pСКФ), сахарный диабет, низкий уровень сывороточного альбумина, гипертония предрасполагают пациентов к КИН чаще, чем измененный исходный уровень

сывороточного креатинина (SCr). Внутривенное введение низкоосмолярных контрастных веществ не является фактором риска у пациентом с pСКФ ≥ 45 мл/кг/1,73 м². Уровень SCr может колебаться до уровней, больше или меньше, чем 25% от базового уровня даже без введения йодсодержащих контрастных веществ, и не может считаться надежным диагностическим тестом.

Заключение. Введение в практику повседневной работы скрининга, основанного на изучении pСКФ (считая порогом риска развития КИН уровень ниже, чем 45 мл/мин/1,73 м²) приведет к сокращению неправильной идентификации риска КИН у большого числа взрослых стационарных больных с пороговым уровнем SCr $> 1,5$ мг/дл.

Ключевые слова: контраст-индуцированная нефропатия (КИН), МСКТ с контрастным усилением, сывороточный креатинин, расчетная скорость клубочковой фильтрации (pСКФ), побочное действие контрастных средств, почечная недостаточность.

Ссылка для цитирования: Кармазановский Г.Г., Ревিশвили А.Ш. Факторы риска и патофизиология контраст-индуцированной нефропатии после мультиспиральной компьютерной томографии с контрастным усилением. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 103–115. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-103-115.



Introduction. The number of contrast enhanced MDCT is growing everywhere. The risk adverse events after intravascular injection of contrast media increased also. One of these adverse events is an acute renal injury (known in the literature as a “contrast-induced nephropathy, CIN”). Literature data are often contradictory. We need an objective analysis of information on the incidence of CIN and evaluation of risk groups for MDCT-CIN.

The aim of the study: the evaluation of factors affecting the development of CIN, understanding of its pathophysiology, including patients with diabetes mellitus, at contrast-enhanced MDCT.

Material and methods. 62 English-language scientific publications, the full text of which and bibliography is available for search in PubMed (2013–2016 years), were analyzed. Factors of pathophysiology of CIN were divided into groups and subgroups for critical analysis and understanding the contraindications to the use of contrast-enhanced MDCT in the diagnostic process.

Results. Age older than 65 years, low baseline estimated glomerular filtration rate (eGFR), diabetes, low levels of serum albumin, hypertension predispose patients to CIN more often than the modified baseline serum creatinine. Intravenous injection of low osmolar CM is not a risk factor in patients with $eGFR \geq 45 \text{ ml/kg/1.73 m}^2$. Scr levels may vary to levels greater than or less than 25% of baseline even without administration of iodinated CM and may not be a reliable diagnostic test.

Conclusion. The introduction into the everyday practice of screening CIN such test as the eGFR, considering the risk of CIN threshold level lower than $45 \text{ mL/min/1.73 m}^2$, will reduce the risk of misidentification of CIN in a large number of adult inpatients with a threshold level of serum creatinine (Scr) $> 1,5 \text{ mg/dL}$.

Key words: Contrast-induced nephropathy (CIN), contrast-enhanced MDCT, serum creatinine, estimated glomerular filtration rate (eGFR), adverse events, renal failure.

Recommended citation: Karmazanovsky G.G., Revishvili A.Sh. Risk Factors and Pathophysiology of Contrast-Induced Nephropathy after Contrast Enhanced Multidetector Computed Tomography. *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 103–115.
DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-103-115.

Введение

Йодсодержащие контрастные вещества (КВ), как известно, характеризуются двумя основными классами побочных эффектов от их внутрисосуди-

стого введения: идиосинкразическими и физиохемотаксическими [1].

Идиосинкразические побочные эффекты также известны как анафилактикоидные реакции. Они не дозозависимые и имитируют анафилактические (аллергические) реакции посредством высвобождения вазоактивных веществ, например гистамина и серотонина, с последующей активацией системы комплемента.

Физиохемотаксические реакции обусловлены способностью йодированных КВ нарушать механизмы гомеостаза организма, в первую очередь сердечно-сосудистой системы. Эти реакции в значительной степени проявляются из-за физических и химических эффектов молекулы КВ и, таким образом, зависят от дозы КВ [1].

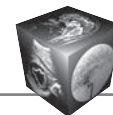
Контакт молекул КВ с эпителием выделительной системы почек может приводить к обратимым (а порой и необратимым) изменениям в почках, проявляющимся замедлением скорости клубочковой фильтрации – СКФ (или ее отсутствием). Уже много лет в практической и научной литературе обсуждается вопрос нарушения почечной функции, в основе которого лежит применение для диагностических целей рентгеноконтрастного вещества. Это специфическое нарушение функции почек всему миру известно под названием “контраст-индуцированная нефропатия – КИН”. КИН относится к острым повреждениям почек (ОПП, Acute kidney injury, AKI), возникающим после внутривенного или внутриаартериального введения КВ. КИН в значительной степени зависит от состояния функции почек до введения КВ и дополнительных факторов риска [2]. Частота КИН в общей популяции составляет от 0,6 до 2,3% [3]. Это третья наиболее распространенная причина госпитальной почечной недостаточности (11%) [4], но при фокусировке на конкретных пациентах с высоким риском заболеваемости частота КИН может увеличиться более чем на 40% [5]. С КИН связано повышение заболеваемости и смертности в течение 2 лет после ее возникновения [6, 7].

Для корреспонденции*: Кармазановский Григорий Григорьевич – 117997, Россия, Москва, ул. Большая Серпуховская, 27, Институт хирургии им. А.В. Вишневского. Тел.: 8-499-237-37-64. E-mail: karmazanovsky@ixv.ru

Кармазановский Григорий Григорьевич – член-корр. РАН, профессор, заведующий отделом лучевой диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ; профессор кафедры лучевой диагностики ИПО ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова; главный специалист ООО “Рэмси Диагностика Рус”, Москва; **Ревишвили Амиран Шотаевич** – академик РАН, профессор, директор ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ.

Contact*: Grigory G. Karmazanovsky – Bolshaya Serpukhovskaya str., 27, Moscow, Russia, 117997, A.V. Vishnevsky Institute of Surgery. Phone: 8-499-237-37-64. E-mail: karmazanovsky@ixv.ru

Grigory G. Karmazanovsky – doct. of med. sci., professor, corresponding member of Russian Academy of Science, Head of Department of Radiology of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery; professor of Chair of Radiology of IPE of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; Chief Specialist of Ramsay Diagnostics, Moscow, Russia; **Amiran Sh. Revishvili** – doct. of med. sci., professor, Academician of the Russian Academy of Science, Director of the A.V. Vishnevsky Institute of Surgery.



Общепринятого определения КИН нет, но, как правило, всеми признается, что это острое ухудшение функции почек в течение 2–7 дней после введения КВ в отсутствие альтернативной причины острой почечной недостаточности.

Фактические показатели и временные параметры появления КИН могут описываться по-разному. Например, КИН проявляется в течение 24–48 ч после введения контрастных средств повышением уровня сывороточного креатинина (SCr) с пиком на 5-й день после исследования [4, 8]. Наиболее широко используется определение КИН, предложенное Комитетом по безопасности контрастных средств Европейского общества урогенитальной радиологии (CMSC of ESUR): увеличение уровня SCr более чем на 25% или его абсолютное повышение на 0,5 мг/дл (44,2 мкмоль/л, $\mu\text{mol/L}$) от исходного значения в течение 3 дней после введения КВ в отсутствие альтернативных этиологических факторов [3, 4, 8–10].

Большинство данных о КИН содержится в литературе по диагностике и лечению сердечно-сосудистых заболеваний, где длительно существующая хроническая почечная недостаточность и сахарный диабет были определены как наиболее важные факторы риска [11]. Тем не менее эти исследования ограничены в своих выводах, так как посвящены изучению популяции пациентов с всего лишь несколькими видами хронических заболеваний.

В последние годы возникла полемика относительно того, имеется ли зависимость частоты КИН от способа внутрисосудистого введения КВ. Недавно обновленные руководящие принципы указывают, что частота КИН выше после внутриа-териального, чем после внутривенного введения [6, 12, 13]. Это подтверждается данными литературы. Например, после внутриа-териальной периферической цифровой ангиографии частота КИН достигает 14,3% [14].

КИН – состояние, которое можно предотвратить, так как она является ятрогенной, ее факторы риска хорошо известны, а сроки предсказуемы [9]. Для рентгенологов важно, что публикационная активность на эту тему разделилась на два направления – КИН при внутриа-териальном введении КВ (то есть при диагностических и лечебных эндоваскулярных вмешательствах) и КИН при контрастном усилении изображений мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ), когда КВ вводится внутривенно.

Насколько опасна или безопасна процедура МСКТ с контрастным усилением, имеет ли она возрастные и прочие ограничения по дозе КВ, скорости его введения у пациентов с хроническими заболеваниями – вопросы, которые волнуют прак-

тически всех: и пациентов, и врачей, выполняющих подобные диагностические процедуры.

Из практики и раннего периода исследований на эту тему известно, что внутривенное введение до 100 мл неионных рентгеноконтрастных препаратов практически всегда безопасно для пациентов даже с нарушенной выделительной функцией почек [15]. Этот факт вселяет оптимизм, так как в повседневной практике постоянно приходится сталкиваться с ситуацией, когда амбулаторные диагностические исследования проводятся практически вслепую пациентам, о заболеваниях которых, их иммунном статусе и выделительной функции почек мы не знаем ничего или знаем ничтожно мало.

В предыдущем нашем обзоре, опубликованном почти 10 лет назад [16], все вопросы, связанные с КИН, рассматривались в целом. Понятно, что для рентгенологов, занимающихся МСКТ с контрастным усилением, важно знать нюансы последствий введения КВ именно во время такой диагностической процедуры, а не довольствоваться информацией о внутрисосудистых исследованиях и КИН как таковых.

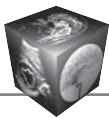
КИН при компьютерной томографии (КТ), особенно у стационарных пациентов, когда можно получить необходимую информацию в процессе наблюдения за пациентом, в последнее время стала изучаться все более пристально. Возможно и потому, что в современных рентгеновских исследованиях с применением КВ ежегодно во всем мире используются десятки миллионов доз КВ [8]. Однако обобщающих данных о КИН при КТ все равно еще мало. Известно, что частота КИН у амбулаторных пациентов после внутривенной инъекции КВ для улучшения изображений КТ колеблется от 5 до 13%. Тем не менее эти исследования ограничены их ретроспективным дизайном и тенденциозностью выбора когорты пациентов [17–20]. В недавно проведенном метаанализе по данному вопросу имеются указания только на 5 клинических исследований по оценке связи КИН и КТ с контрастным усилением, при этом ни одно из них не было выполнено с изучением результатов у стационарных пациентов [21].

Цель исследования

Изучение факторов, влияющих на развитие КИН, осмысление ее патофизиологии при выполнении МСКТ с контрастным усилением изображения, в том числе у пациентов с сахарным диабетом.

Материал и методы

Основу анализа составили 62 научные англоязычные публикации, полный текст которых и их библиография доступны в поисковой системе



PubMed (2013–2016 гг.). Факторы патофизиологии КИН разделены на подгруппы и подвергнуты критическому анализу для осмысления противопоказаний к использованию МСКТ с контрастным усилением в диагностическом процессе.

Результаты

Безопасной считается доза КВ 35–37 г йода (соответственно 100 мл КВ в концентрации 350–370 мг йода/мл). Тем не менее применяются методики, учитывающие массу тела пациента, иногда объем КВ при этом больше 100 мл. Так, Diogo L.P. и соавт. [22] рекомендуют в среднем вводить $139,1 \pm 31,2$ мл КВ, а для корректировки объема они учитывают площадь поверхности тела (тогда объем КВ будет равен $81,0 \pm 2,1$ мл/м²) [22].

Da Silva Selistre L. и соавт. (2015) [23] обследовали 400 госпитализированных пациентов. Средний объем вводимого КВ был $142,2 \pm 37,7$ мл/1,73 м².

КИН является третьей распространенной причиной нозокомиального поражения почек после гипотензии и использования нефротоксических препаратов [20]. Для обнаружения КИН в основном используют измерение уровня SCr. Однако есть данные, что должны быть потеряны более 50% почечной функции, прежде чем будет выявлено повышение уровня SCr [23]. Поскольку большинство пациентов не имеют последующих измерений уровня SCr, большое количество пациентов, у которых развивается КИН, проходят незамеченными.

Факторы риска развития КИН

Факторы риска развития КИН можно разделить на *факторы, связанные с пациентом, и факторы, не связанные с пациентом*.

Факторы риска, связанные с пациентом, – это существовавшие ранее (до диагностической процедуры с введением КВ) нарушения функции почек, сахарный диабет, множественная миелома, преклонный возраст, застойная сердечная недостаточность, гемодинамическая нестабильность, гипертония, необходимость выполнения исследования в экстренных условиях, анемия, показатели фракции выброса левого желудочка <40%, нефротический синдром [9, 24]. Недавно перечень факторов риска, связанных с пациентом, был обновлен и теперь включает также факторы, связанные с сердечно-сосудистой нестабильностью, такие как низкий уровень гематокрита, гипотензия на момент проведения исследования, недавно перенесенный инфаркт миокарда (<24 ч), а также использование интрааортальной баллонной помпы [22]. Хроническая болезнь почек (ХБП) со сниженной СКФ является наиболее важным predisposing фактором. Риск развития КИН пропор-

ционален степени нарушения функции почек, и у пациентов с СКФ около 10–15 мл/мин он может превышать 50%. Диабет является дополнительным важным фактором риска [25].

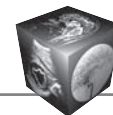
Diogo L.P. и соавт. (2014) [22] изучили побочные проявления введения КВ при КТ у 410 пациентов. У 35 (8,5%) из них развилась КИН. Была выявлена прямая корреляционная связь между КИН и сахарным диабетом (OR = 2,15; 95%CI 1,35–4,06; p = 0,02), сердечной недостаточностью (OR = 2,23; 95%CI 1,18–8,8; p = 0,022), почечной недостаточностью (OR = 3,36; 95%CI 1,57–7,17; p = 0,002), что коррелируется и с другими данными [26]. Сахарный диабет, сердечная недостаточность и почечная недостаточность являются независимыми факторами риска развития КТ-ассоциированной КИН. Многофакторный анализ базы данных 8357 пациентов определил сахарный диабет как независимый фактор риска с отношением шансов (odd ratio) 1,6 [27]. Преддиабет также увеличивает риск КИН [28].

Диабет связан с усиленным образованием активных форм кислорода, которые, как полагают, играют важную роль в диабетической нефропатии. Заманчиво предположить, что при выраженной диабетической нефропатии на фоне уменьшенного количества нефронов потребление кислорода для канальцевого транспорта в оставшихся нефронах увеличивается с большим риском развития критической гипоксии. Склонность к развитию КИН в диабетической почке может быть связана с более низким исходным медуллярным рО₂ и усиленным образованием активных форм кислорода, а также с изменениями клеточного метаболизма канальцев и нарушениями микроциркуляции [29].

Принимая во внимание, что пациенты с множественной миеломой и с сепсисом были в протромботическом состоянии, была выдвинута гипотеза о том, что протромботическое состояние ответственно за повышенный риск развития КИН. Воспаление, как известно, является протромботическим состоянием [15].

Факторами риска, не связанными с пациентом, являются объем, осмолярность, ионность и вязкость КВ, путь его введения в кровеносное русло – внутриаортальное, а не внутривенное введение КВ, сопутствующее применение нефротоксичных препаратов, а также истощение пациента и его выраженность [30, 31].

В последние годы все чаще применяется термин “острое повреждение почек”, то есть определение, требующее активной лечебной тактики, чтобы отойти от расплывчатого определения “контраст-индуцированная нефропатия”, по сути – ни к чему не обязывающему.



Патофизиология КИН

Патофизиология КИН (острого повреждения почек) является сложной и не до конца изученной. Что именно происходит внутри почки человека в естественных условиях, можно предположить только из результатов, главным образом, лабораторных исследований и экспериментов на животных.

В физиологических условиях покоя 25% сердечного выброса крови направляется в почки, где большая часть объема крови направляется к кортикальному слою почки, с целью оптимизации клубочковой фильтрации и реабсорбции воды и солей. Медуллярный кровоток является низким. Его функция заключается в сохранении осмотического градиента и повышении концентрации мочи [32]. Приток крови к почечному мозговому слою осуществляется из эфферентных артериол юкстамедуллярных клубочков. В кортико-медуллярном переходе из этих эфферентных артериол формируются так называемые дистальные прямые сосуды (distal vasa recta, DVR). Эти дистальные прямые сосуды постепенно образуют капиллярное русло, которое проникает глубоко во внутренний мозговой слой. Капилляры в конечном итоге соединяются, формируя восходящие прямые сосуды (ascending vasa recta, AVR). Переход от дистальных прямых сосудов к капиллярам и восходящим прямым сосудам происходит постепенно, с сопутствующими гистологическими изменениями в структуре стенки сосуда [33].

Гипоксические повреждения мозгового слоя почки играют критическую роль в развитии КИН [34]. Это происходит тремя различными, но потенциально взаимодействующими путями: гемодинамические эффекты КВ, влияние активных форм кислорода (АФК, reactive oxygen species, ROS), влияние свободных радикалов и прямого токсического воздействия молекулы КВ на клетки почечных канальцев [35].

При физиологических условиях парциальное давление кислорода в мозговом слое почек может опускаться до 20 мм рт.ст. [36], и поэтому *самой уязвимой зоной при гипоксическом повреждении почек является наиболее глубокая часть наружного мозгового слоя, который содержит метаболически активные толстые восходящие колена петли Генле* [37]. В этой части канальцевой системы осмотический градиент генерируется активной реабсорбцией натрия – процессом, который требует большого количества кислорода [32]. Гемодинамический ответ на внутрисосудистое введение КВ двухфазный: кратковременное первоначальное увеличение почечного кровотока с последующим длительным его снижением на 10–25% ниже базового уровня [34, 35, 38]. Важным

гормоном в этом процессе является аденозин, который вызывает расширение кровеносных сосудов путем стимуляции альфа-2-рецепторов эфферентных артериол и вазоконстрикции после стимуляции альфа-1-рецептора [39]. Вазоконстрикция преобладает [40].

Лишь 10% почечного кровотока представляет собой кровоток по мозговому слою [34]. После введения КВ парциальное давление кислорода во внешнем медуллярном слое снижается на 50–67% [34, 41]. Механизм медуллярной гипоксии представляет собой сочетание снижения региональной микроциркуляции крови и увеличения потребности в кислороде клеток канальцев [34, 41]. Введение КВ приводит к кратковременному повышению таких показателей, как почечный поток плазмы, клубочковая фильтрация и диурез [34]. Чем выше осмолярность введенного КВ, тем более выражены эти проявления. Как под воздействием осмотической нагрузки, так и под воздействием высвобожденного эндотелина клетками дистальных канальцев реабсорбируется больше натрия [34, 36, 41]. Это приводит к увеличению потребления кислорода [36, 38].

Основными вазодилататорами мозгового слоя являются аденозин, дофамин, оксид азота (NO), предсердный натрийуретический пептид (ANP) и простагландин E₂ [32, 36, 38].

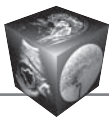
Вазоконстрикторы действуют больше на сосуды кортикального слоя, уменьшая клубочковую фильтрацию [34]. Мощными вазоконстрикторами являются вазопрессин, ангиотензин II и эндотелин [32, 36]. *Частота КИН в общей популяции позволяет сделать вывод, что вазоконстрикция сама по себе не является существенным фактором в развитии КИН.*

Потенциальными медиаторами, обеспечивающими как расширение, так и сужение сосудов, являются: серотонин, брадикинин, лейкотриены, гистамин и катехоламины [38].

В какой степени каждый медиатор играет роль, неизвестно. Более того, распределение рецепторов различных подтипов медиаторов в кортикальном и мозговом слоях может влиять на различные региональные гемодинамические ответы [34, 38].

Токсическое воздействие на клетки почечных канальцев

Прямое токсическое воздействие КВ может быть изучено только в лабораторных условиях, когда влияние других механизмов повреждения клеток, таких как гипоксия, исключено [42]. В общем токсическое воздействие высокоосмолярных КВ более выражено, чем воздействие низко- или



изоосмолярных КВ [42]. Цитотоксическое воздействие КВ на мезангиальные клетки клубочков включает апоптотические эффекты, связанные с повышением уровня внутриклеточных активных форм кислорода [42]. Последнее показывает, как патофизиологические механизмы КИН взаимодействуют и усиливают друг друга.

Были описаны и другие виды воздействия КВ на клетки канальцев, в том числе перераспределение мембранных белков, снижение уровня внеклеточного Ca^{2+} , фрагментация ДНК, разрывы межклеточных соединений, уменьшение пролиферации клеток, апоптоз и изменения функции митохондрий [42].

Неионные КВ, как правило, очень гидрофильны [43, 44]. Количество частиц в определенном объеме раствора определяет осмолярность. Нужно учитывать как частицы, проникающие через клеточные мембраны, так и непроникающие частицы. Проникающие растворенные вещества могут увеличить объем клеток путем привлечения воды после их прохождения через клеточную мембрану, в то время как непроникающие растворенные вещества вне клетки будут притягивать воду из клетки.

Высокая *осмолярность* является одним из факторов, ответственных за индивидуальную переносимость КВ. Ионные КВ представляют собой молекулы с электрическим зарядом и их растворы в воде содержат катионы, такие как натрий или меглумин. Эти растворы содержат больше частиц на миллилитр раствора и, таким образом, имеют более высокую осмолярность, чем неионные КВ. *Неионные КВ не имеют электрического заряда* и, как правило, имеют более низкую осмолярность, чем ионные КВ [43, 44]. В общем, если большее число атомов йода ковалентно связано в молекуле, эту молекулу будет более трудно растворить в воде. *Добавление большого количества гидрофильных карбоксильных групп, катионообразующих групп или гидроксильных групп необходимо для достижения достаточной растворимости в водных растворах при использовании молекулы в качестве КВ* [37].

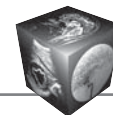
Другим важным физико-химическим свойством является вязкость. Вязкость текучей среды, которую лучше всего описать как мощность или внутреннее трение, определяет достигаемую скорость инфузии. При использовании одинаковых инфузионных систем жидкость с высокой вязкостью будет инфузирова в течение более длительного периода времени по сравнению с жидкостями с низкой вязкостью [37]. После внутривенного введения жидкости с высокой вязкостью могут влиять на местное кровообращение в большем

масштабе, чем жидкости с низкой вязкостью, так как последние будут легче смешиваться с кровью.

Было показано, что вязкость мочи с раствором йодиксанола существенно выше, чем вязкость мочи с низкоосмолярным КВ с эквивалентной концентрацией йода [45]. Первоначальные различия становятся еще более заметными, поскольку фильтрованная жидкость становится все более концентрированной при прохождении по системе канальцев почки, так как вязкость КВ по мере повышения его концентрации увеличивается в геометрической прогрессии, а не линейно [46]. Повышенная вязкость создает предпосылки к застою мочи, повышению гидростатического давления в пространстве Боумена (Bowman's space) и, согласно закону Старлинга (Starling's law), – снижению гидростатического градиента при клубочковой капиллярной фильтрации. Медуллярный кровоток также уменьшается с увеличением вязкости капиллярной жидкости [47]. Увеличение агрегации клеток красной крови, как сообщается, является характеристикой изоосмотических димеров [48], поэтому вязкость была выделена в качестве важного фактора среди других химических свойств йодированных КВ, причастных к нарушению почечной функции [49]. Результаты исследований на животных свидетельствуют о том, что изоосмолярные неионные димеры по сравнению с низкоосмолярными неионными мономерами значительно увеличивают вязкость мочи, что приводит к увеличению удержания почками йода и увеличению образования вакуолей в эпителии канальцев почечной коры, преимущественно в проксимальных и дистальных канальцах [50].

Однако следует подчеркнуть, что, исходя из предшествующих публикаций, *нет никаких убедительных доказательств того, что осмотическое давление в пределах диапазона, которым обладают низко- и изоосмолярные КВ, является значимым фактором развития КИН*. Кроме того, были высказаны предположения, что уровни осмолярности в пределах, имеющихся в настоящее время у низкоосмолярных КВ, могут на самом деле играть нефропротективную роль.

После внутрисосудистого введения КВ быстро распределяется по внутрисосудистой и внеклеточной жидкости. Как правило, для КВ, чтобы распределиться равномерно по жидкости, необходимо несколько минут, в пределах от 2 до 30 мин. При этом связываемость с белками плазмы составляет около 1–3% [43]. *КВ не метаболизируются в человеческом теле*, но быстро элиминированы путем клубочковой фильтрации в почках. Время, чтобы вывести из организма половину количества КВ, циркулирующего в крови, или время



полувыведения (tSel), составляет примерно 1–2 ч [43]. У пациентов с нормальной функцией почек приблизительно 100% от дозы КВ выводится из организма в течение первых 24 ч после введения. У пациентов со сниженной функцией почек период полувыведения может увеличиться до 40 ч и более [51].

Альтернативный путь элиминации КВ – выведение КВ по желчным путям – очень медленный. Гемодиализ и перитонеальный диализ являются эффективными методами для выведения КВ из крови [51,52].

Недавние исследования и метаанализы не показали никаких существенных различий в частоте КИН между изо- и низкоосмолярными КВ [53–56]; описана лишь несколько большая нефротоксичность йогексола [57, 58]. Йодиксанол, по данным исследований, менее нефротоксичен, чем йогексол, по крайней мере у пациентов с почечной недостаточностью при внутриаартериальном введении КВ [53, 59].

Выброс интерлейкинов (IL) происходит при инфекционных и злокачественных процессах, и IL-6 и IL-12 вовлекаются в изменение гемостатических механизмов у приматов и людей [60]. IL-6, как известно, вызывает острую фазу производства реагентов, в частности С-реактивного белка [61, 62]. Отмечено, что *тяжелые воспалительные состояния, такие как сепсис, увеличивают риск развития КИН* [63]. Таким образом, если вазоконстрикция происходит на фоне протромботического состояния, возможно, что это приведет к снижению почечной перфузии и вызовет инфаркт почки. Следует отметить, что *наличие острого воспаления пока не изучено в качестве независимого фактора риска развития КИН* [64].

Hassen G.W. и соавт. (2014) [65] показали, что факторы риска, такие как *пожилой возраст, сахарный диабет и гипертонии, предрасполагают пациентов к КИН чаще, чем измененный исходный уровень SCr*. Исходя из публикаций в медицинской литературе, связи между женским полом, ожирением, неоплазиями, АД <80 мм рт.ст., анемией и КИН нет [23].

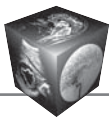
Корейские авторы [66] опубликовали результаты обширного межклинического исследования (101 487 пациентов, которым была выполнена МСКТ с контрастным усилением). Результаты исследования для нас важны, так как впечатляющая когорта не позволяет усомниться в объективности расчетов. Средний возраст был $57,9 \pm 15,5$ года; 25,1% пациентов были старше 70 лет. Из заболеваний пациентов преобладал сахарный диабет (11,9%), гипертония была у 13,7%, подагра – у 0,55% и сердечная недостаточность – у 1,7% па-

циентов. Профилактические меры были использованы перед 40 238 исследованиями МСКТ с контрастным усилением (28,6%). *При худшей функции почек учитывалось больше факторов риска и применялись профилактические меры*. КИН была распознана после обследования у 3103 (2,2%) пациентов и показала статистически значимую связь с расчетной СКФ (pСКФ, eGFR), сахарным диабетом и застойной сердечной недостаточностью. *Внутривенное введение низкоосмолярных КВ не является фактором риска у пациентов с pСКФ ≥ 45 мл/кг/1,73 м²* [67]. КИН в группе пациентов с pСКФ ≥ 30 мл/кг/1,73 м² составила 36,4% по сравнению с 19,4% в группе КТ без контрастного усиления [67].

Parks S. и соавт. (2016) [68] включили в свое исследование 1666 пациентов, и у 61 (3,7%) из них развилась КИН после КТ. Многофакторный анализ показал, что *низкий базовый уровень pСКФ, сахарный диабет и низкий сывороточный альбумин были значимыми факторами риска для КИН после КТ. Риск КИН увеличивается при pСКФ менее 36,8 мл/мин/1,73 м²*. У пациентов с КТ-КИН значительно чаще начинали диализ в течение 6 мес наблюдения. КТ-КИН развилась только у небольшого числа стабильных пациентов с ХБП, которые получали надлежащую профилактическую терапию. Риск КИН после КТ с контрастным усилением был увеличен у пациентов с более тяжелой формой ХБП.

Palli E. и соавт. (2014) [69] изучили КИН у больных в критическом состоянии, но со стабильной почечной функцией. Было 2 группы пациентов: <65 лет и ≥ 65 лет. КИН развилась у 5 (38,46%) из 13 пациентов старшей возрастной группы, в первой группе КИН не было ($p = 0,015$). Уровень SCr во второй группе был повышен в течение 5 дней после введения КВ, в то время как у пациентов до 65 лет он снижался быстрее ($p = 0,005$). Таким образом, *возраст старше 65 лет сам по себе может рассматриваться как фактор риска развития КИН*.

Alsafi A. и соавт. (2014) [70] выполнили близкое по сути исследование. Они изучили две группы пациентов старше 70 лет. В одной группе выполнялась КТ с контрастным усилением (677 пациентов), во второй – КТ без контрастного усиления (487 пациентов). После введения КВ у 9,2% пациентов развилось острое повреждение почек (acute kidney injury (AKI)) по сравнению с 3,5% пациентов контрольной группы ($p < 0,0001$). Исследователи пришли к выводу, что *частота КИН у пожилых лиц не такая уж высокая, как это считалось ранее*. А согласно Goldemberg I. и Matetzky S. [71], многие из условий, указанных в литературе как факторы



риска КИН, были определены исследованиями, которые были либо спорными или экспериментальными.

Sonhayе L. и соавт. (2015) [72] определяли факторы риска развития КИН при МСКТ в urgentных состояниях. Были изучены две группы пациентов – 620 пациентам вводили КВ, а 672 пациентам МСКТ выполняли без контрастного усиления. В стационаре у 3% пациентов, которым вводили КВ, развилась КИН. Кроме того, при выписке ни у одного пациента не было продолжающейся почечной недостаточности. Во время госпитализации никому из пациентов диализ не потребовался. Многомерный анализ показал, что *повышение уровня SCr (включая и пациентов, которым КВ не вводилось) не выявило повышенного риска ОПП, связанного с внутривенным контрастированием (отношение шансов = 0,619, $p = 0,886$). Лишь сахарный диабет остается независимым фактором риска ОПП (отношение шансов = 6,26, $p = 0,031$).*

Цистатин С может быть полезным ранним маркером КИН у пациентов с сепсисом, но необходима дальнейшая работа, чтобы понять разницу в уровнях экспрессии цистатина С у больных с различными патологиями, лежащих в его основе [73].

Обсуждение

Таким образом, данные последних исследований, включающих наблюдения за сотнями-тысячами пациентов, свидетельствуют о том, что КИН – не такое уж частое патологическое состояние, и встречается она в 2,2–3,7% случаев. Определенная настороженность должна быть при использовании рентгеноконтрастных средств у лиц старше 65 лет, однако в целом, как установлено исследованиями, частота КИН у пожилых лиц все же ниже, чем это считалось ранее. Только 0,15–12% пациентов, у которых развивается КИН, требуют медицинского вмешательства [74]. У пациентов с высоким риском важно использовать минимальную дозу низко- или изоосмолярных КВ, необходимых для повышения качества диагностики, или применять альтернативные методы визуализации [22].

В течение многих лет в литературе, посвященной КИН, обсуждалось предположение, что большая часть острых почечных повреждений, которые по времени связаны с введением йодсодержащих КВ, должны рассматриваться как связанные собственнo с самим КВ, а не с другими ранее существующими нефротоксичными факторами риска [75]. Newhouse J.H. и соавт. [76] обратили внимание на эту проблему в 2008 г., сообщив, что значительная часть пациентов, которые не получали внутривен-

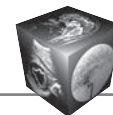
но КВ, имели изменения в уровне SCr, которые наблюдаются согласно типичным критериям для КИН после введения КВ. Результаты Newhouse J.H. и соавт. (2008) были подтверждены Bruce R.J. и соавт. (2009) [77] – частота выявления пациентов, отвечающих критериям КИН после бесконтрастной КТ, похожа на ту, что наблюдали у пациентов после КТ с контрастным усилением. В других недавних исследованиях, которые включали контрольную группу пациентов случайной выборки, не подвергшихся воздействию внутривенно введенного КВ, также не было обнаружено никакой разницы между постконтрастным ОПП и состоянием почек у пациентов, обследованных без использования КВ [78–83].

Пациент может не получить КВ, но иметь нарушения функции почек и базовые факторы риска развития нефротоксичности. Оценка исходного, до КТ-исследования, уровня креатинина является важной, но недостаточной, если другие факторы риска также одновременно не оценены и не изучены. *Гипотетически причина в отсутствии разницы КИН между пациентами после КТ с контрастным усилением и бесконтрастными КТ-исследованиями может быть потому, что в группе пациентов после контрастной КТ ОПП связано с КИН, а в группе пациентов после бесконтрастной КТ ОПП имеет иное происхождение* [84].

Хотя определение уровня SCr является наиболее широко используемым индикатором КИН, это не лишено противоречий [85].

В основе скрининга для прогнозирования риска КИН доминирует оценка уровня SCr. Опрос врачей академических, частных центров и радиологов смешанной практики в США, проведенный Elicker B.M. и соавт. (2006) [86], показал, что 92% (369 из 400) всех опрошенных радиологов до сих пор используют оценку уровня SCr для предсказания риска КИН при планировании стационарного обследования, в то время как только 2% (8 из 400 врачей) используют рСКФ.

Сеть острой почечной травмы (The Acute Kidney Injury Network, AKIN) предложила два отдельных определения КИН с использованием как абсолютных, так и относительных изменений SCr [86]. Их предложенные диагностические критерии для оценки ОПП – абсолютное увеличение уровня SCr > 0,3 мг/дл. Однако расчеты Waikar S.S. и Bonventre J.V. (2009) [87] показывают, что повышение SCr более 0,3 мг/дл существенно лишь тогда, когда оно сохраняется в течение 24 ч, и что уровень 0,5 мг/дл в течение 48 ч после КТ с контрастным усилением может быть более достоверным критерием КИН. Нужно помнить, *уровень*



SCr может колебаться до уровней, больше или меньше, чем 25% от базового уровня даже без введения йодсодержащих КВ. Кроме того, повреждение почек может быть и с “нормальными” уровнями SCr. Появились новые методы выявления поражения паренхимы почек (сывороточный цистатин С), но они еще не изучены в отношении оценки КИН [88].

Согласно руководящим принципам 2012 г. “Заболевания почек: Улучшение глобальных результатов” (KDIGO – Kidney Disease: Improving Global Outcomes), ОПП оценивается по данным изменений уровня SCr и диуреза: $SCr \geq 0,3$ мг/дл отражает как минимум 1-ю стадию ОПП (stage 1 AKI) [89]. Независимо от конкретных изменений уровня SCr, используемого для определения ОПП, сложно определить, является ли КИН проявлением токсичности КВ, или это отражение комплекса сложных медицинских условий, на фоне которых пациенту выполняют КТ с контрастным усилением [90, 91]. Частота КИН, вероятно, была завышена в прошлом, но уже достоверно известно, что КИН может возникнуть у пациентов со сниженной функцией почек. Несколько факторов определяют фармакокинетические свойства КВ. Боковые цепи ароматических колец влияют на растворимость, осмотическое давление, степень связывания с белками и профиль токсичности. Липофильные боковые цепи будут снижать растворимость КВ в воде и, как правило, обуславливают высокую степень связывания с белками плазмы, тогда как карбоксильные ($-COOH$) группы могут образовывать соли и повысить растворимость и осмолярность. Гидрофильные боковые цепи, такие как ацетамидные группы ($-NHCOCH_3$) и полигидроксилированные группы (содержащие несколько групп $-OH$) дополнительно улучшают растворимость в воде, переносимость и они способны снижать связывание КВ белками [37].

Внутривенно вводимые низкоосмолярные йодированные КВ являются фактором риска развития постконтрастного ОПП (контрастицированной нефротоксичности), но это не является фактором риска у пациентов с уровнями $SCr < 1,5$ мг/дл ($132,60$ мкмоль/л) ($p = 0,25$, мощность $+0,95\%$). Эта информация может быть использована для принятия решений в отношении внутривенного введения низкоосмолярных йодированных КВ для пациентов из групп риска [84]. Объем КВ, как представляется, является одним из основных факторов риска КИН, связанных с процедурой введения КВ. Использование соотношения “объем КВ/клиренс креатинина” ($v/CrCl$) может быть полезным в качестве индекса для прогнозирования аномального увеличения креатини-

на. Соотношение “объем КВ/клиренс креатинина” ($v/CrCl$) $< 2,62$ было предложено в качестве критерия оценки безопасной дозы КВ [93, 94]. Однако, к сожалению, “безопасной” дозы КВ не существует, и даже весьма небольшие дозы КВ могут привести к КИН у пациентов с высокой степенью риска. Вероятность КИН резко возрастает, когда суммарное количество факторов риска увеличивается.

Для оценки функции почек у пациентов со стабильной ХБП такой показатель, как рСКФ, широко признан нефрологами как более точный показатель, чем уровень SCr [95, 96]. В целом $рСКФ < 60$ мл/мин/ $1,73$ м² считается предельным значением, после которого риск КИН повышается [97]. Чем ниже значение рСКФ, тем больше риск КИН. Он в 5 раз выше (10,2%), если уровень SCr находится в диапазоне 1,4–1,9 мг/дл [9].

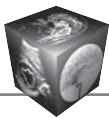
Из-за отсутствия опубликованных исследований, в которых оценивали бы риск КИН при определенных значениях рСКФ, “Руководство по контрастным веществам”, выпущенное Комитетом по лекарственным и контрастным средствам Американского колледжа радиологии [98], не упоминает скрининг, основанный на изучении рСКФ.

Руководящие принципы Европейского общества урогенитальной радиологии (ESUR) одобряет стратегию, основанную на изучении уровня рСКФ [6, 99], в которой риск КИН после внутривенного введения неионных КВ может быть при $рСКФ 45$ мл/мин/ $1,73$ м². Руководящие принципы ESUR подтверждаются рядом ретроспективных многофакторных анализов исследований взрослых стационарных больных со стабильной почечной функцией (показано, что внутривенно введенное йодистое КВ является пограничным нефротоксичным фактором риска у пациентов с $рСКФ 30–44$ мл/мин/ $1,73$ м² и существенным фактором риска нефротоксичности у пациентов с $рСКФ$ ниже 30 мл/мин/ $1,73$ м²) [67].

Положение ESUR также подтверждается выводами, содержащимися в других сериях [13, 92, 100, 101], которые показали, что частота посткомпьютерно-томографической острой почечной травмы в значительной мере связана с увеличением стадии ХБП, с теми пациентами, которые имеют рСКФ ниже 45 мл/мин/ $1,73$ м².

В целом крайне необходимо на практике пересмотреть стратегию оценки уровня SCr и перейти к потенциально более точной стратегии, основанной на оценке рСКФ.

Введение в практику повседневной работы скрининга, основанного на изучении рСКФ (считая порогом риска развития КИН уровень



ниже, чем 45 мл/мин/1,73 м²), приведет к сокращению неправильной идентификации риска КИН у большого числа взрослых стационарных больных с пороговым уровнем SCr 1,5 мг/дл или выше [67].

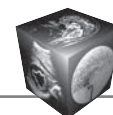
Заключение

Количество томографических исследований с использованием рентгеноконтрастных веществ во всем мире неуклонно растет. Исследования выполняются во всех возрастных группах, в том числе пациентам старше среднего возраста, с различными заболеваниями, способствующими усилению проявлений побочных эффектов рентгеноконтрастных диагностических средств, в основном острого повреждения почечной паренхимы, известного как КИН. Возникает дилемма: диагностическая эффективность против риска развития побочных реакций проблема, которая требует от врача-диагноста быстрого решения. В этих условиях приходится либо выбирать альтернативные методы диагностики, обеспечивающие аналогичный диагностический результат (МРТ с контрастным усилением, УЗИ с контрастным усилением), либо все же, учитывая возможные риски, использовать рентгеноконтрастные методики диагностики для получения диагностической информации, влияющей на выбор метода лечения, его объема и оценку его эффективности.

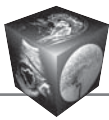
Следует согласиться с Davenport M.S. и соавт. (2013) [67], что в работе врача-рентгенолога необходимы результаты изучения рСКФ, а не оценка уровня SCr, и это реально приведет к уменьшению частоты неправильной идентификации риска КИН у большого числа взрослых стационарных пациентов с пороговым уровнем SCr > 1,5 мг/дл.

Список литературы/References

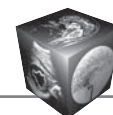
1. Singh J., Daftary A. Iodinated contrast media and their adverse reactions. *J. Nucl. Med. Technol.* 2008; 36 (2): 69–74. DOI: 10.2967/jnmt.107.047621.
2. Kwasa E.A., Vinayak S., Armstrong R. The role of inflammation in contrast-induced nephropathy. *Br. J. Radiol.* 2014; 87 (1041): 20130738. DOI: 10.1259/bjr.20130738.
3. Lasser E.C., Lyon S.G., Berry C.C. Reports on contrast media reactions: analysis of data from reports to the U.S. Food and drug administration. *Radiology.* 1997; 203: 605–610. DOI: 10.1148/radiology.203.3.9169676.
4. Nash K., Hafeez A., Hou S. Hospital-acquired renal insufficiency. *Am. J. Kidney Dis.* 2002; 39 (5): 930–936. DOI: 10.1053/ajkd.2002.32766.
5. Chong E., Shen L., Poh K.K., Tan H.C. Risk scoring system for prediction of contrast-induced nephropathy in patients with pre-existing renal impairment undergoing percutaneous coronary intervention. *Singapore Med. J.* 2012; 53 (3): 164–169. PMID: 22434288.
6. Stacul F., Van der Molen A., Reimer P., Webb J.A., Thomsen H.S., Morcos S.K., Almén T., Aspelin P., Bellin M.F., Clement O., Heinz-Peer G. Contrast induced nephropathy: updated ESUR contrast Media Safety Committee guidelines. *Eur. Radiol.* 2011; 21 (12): 2527–2541. DOI: 10.1007/s00330-011-2225-0.
7. Thomsen H.S., Morcos S.K., Barrett B.J. Contrast-induced nephropathy: The wheel has turned 360 degrees. *Acta Radiol.* 2008; 49 (6): 646–657. DOI: 10.1080/02841850801995413.
8. Katzberg R.W., Haller C. Contrast-induced nephrotoxicity: clinical landscape. *Kidney Int. Suppl.* 2006; 69: S3–S7. DOI: 10.1038/sj.ki.5000366.
9. Mehran R., Nikolsky E. Contrast-induced nephropathy: definition, epidemiology, and patients at risk. *Kidney Int.* 2006; 69: S11–S15. DOI: 10.1038/sj.ki.5000368.
10. Berg K.J. Nephrotoxicity related to contrast media. *Scand. J. Urol. Nephrol.* 2000; 34 (5): 317–322. DOI: 10.1080/003655900750048341.
11. Vercellino M., Bezante G.P., Balbi M. Contrast medium induced nephropathy: new insights into prevention and risk management. *Cardiovasc. Hematol. Agents Med. Chem.* 2009; 7: 166–180. PMID: 19355877.
12. Katzberg R.W., Lamba R. Contrast-induced nephropathy after intravenous administration: fact or fiction? *Radiol. Clin. N. Am.* 2009; 47 (5): 789–800. DOI: 10.1016/j.rcl.2009.06.002.
13. Kim S.M., Cha R.H., Lee J.P., Oh K.H., Joo K.W., Lim C.S., Kim S., Kim Y.S. Incidence and outcomes of contrast-induced nephropathy after computed tomography in patients with CKD: a quality improvement report. *Am. J. Kidney Dis.* 2010; 55 (6): 1018–1025. DOI: 10.1053/j.ajkd.2009.10.057.
14. Karlsberg R.P., Dohad S.Y., Sheng R. Contrast-induced acute kidney injury (CI-AKI) following intra-arterial administration of iodinated contrast media. *J. Nephrol.* 2010; 23 (6): 658–666. PMID: 20540038.
15. Morcos S.K. Contrast media-induced nephrotoxicity – questions and answers. *Br. J. Radiol.* 1998; 71: 357–65. DOI: 10.1259/bjr.71.844.9659127.
16. Кармазановский Г.Г., Поляев Ю.А., Юдин А.Л., Шимановский Н.Л. Современные рентгеноконтрастные средства и нефропатия: как снизить риск развития почечной недостаточности? *Медицинская визуализация.* 2007; 1: 135–144. Karmazanovsky G.G., Poliaev J.A., Judin A.L., Shimanovsky N.L. The Modern X-ray Contrast Agents and Nephropathy: how to Reduce a Hazard of Development of Renal Failure? *Meditsinskaya Vizualizatsiya.* 2007; 1: 135–144. (In Russian).
17. Haveman J.W., Gansevoort R.T., Bongaerts A.H., Nijsten M.W. Low incidence of nephropathy in surgical ICU patients receiving intravenous contrast: a retrospective analysis. *Intens. Care Med.* 2006; 32: 1199–1205. DOI: 10.1007/s00134-006-0198-2
18. Rao Q.A., Newhouse J.H. Risk of nephropathy after intravenous administration of contrast material: a critical literature analysis. *Radiology.* 2006; 239: 392–397. DOI: 10.1148/radiol.2392050413.
19. Kooiman J., Pasha S.M., Zondag W., Sijpkens Y.W., van der Molen A.J., Huisman M.V., Dekkers O.M. Meta-analysis: serum creatinine changes following contrast enhanced CT imaging. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81 (10): 2554–2561. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.11.020.



20. Krol A.L., Dzialowski I., Roy J., Puetz V., Subramaniam S., Coutts S.B., Demchuk A.M. Incidence of radiocontrast nephropathy in patients undergoing acute stroke computed tomography angiography. *Stroke*. 2007; 38: 2364–2366. DOI: 10.1161/STROKEAHA.107.482778.
21. Arana E., Catala-Lypez F. Contrast-induced nephropathy inpatients at risk of renal failure undergoing computed tomography: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Med. Clin. (Barc.)*. 2010; 135: 343–350. DOI: 10.1016/j.medcli.2010.01.035.
22. Diogo L.P., Bahlis L.F., Carvalhal G.F. Computerized Tomography contrast induced nephropathy (CIN) among adult inpatients. *J. Bras. Nefrol.* 2014; 36 (4): 446–450. DOI: 10.5935/0101-2800.20140064.
23. Da Silva Selistre L., de Souza V.C., Dubourg L., Wagner M.B., Filho J.R.H., Saitovitch D. Contrast-induced nephropathy after computed tomography. *J. Bras. Nefrol.* 2015; 37 (1): 27–31. DOI: 10.5935/0101-2800.20150005.
24. Pucelikova T., Dangas G., Mehran R. Contrast-induced-nephropathy. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2008; 71 (1): 62–72. DOI: 10.1002/ccd.21207.
25. McCullough P.A., Wolyn R., Rocher L.L., Levin R.N., O'Neill W.W. Acute renal failure after coronary intervention: incidence, risk factors, and relationship to mortality. *Am. J. Med.* 1997; 103 (5): 368–375. PMID: 937570.
26. El-Hajjar M., Bashir I., Khan M., Min J., Torosoff M., DeLago A. Incidence of contrast-induced nephropathy in patients with chronic renal insufficiency undergoing multi-detector computed tomographic angiography treated with preventive measures. *Am. J. Cardiol.* 2008; 102: 353–356. DOI: 10.1016/j.amjcard.2008.03.0674.
27. Mehran R., Aymong E.D., Nikolsky E., Lasic Z., Iakovou I., Fahy M., Mintz G.S., Lansky A.J., Moses J.W., Stone G.W., Leon M.B., Dangas G. A simple risk score for prediction of contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention: development and initial validation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 44 (7): 1393–1399. DOI: 10.1016/j.jacc.2004.06.068.
28. Toprak O., Cirit M., Yesil M., Bayata S., Tanrisev M., Varol U., Ersoy R., Esi E. Impact of diabetic and pre-diabetic state on development of contrast-induced nephropathy in patients with chronic kidney disease. *Nephrol. Dial. Transplantat.* 2007; 22 (3): 819–826. DOI: 10.1093/ndt/gfl636.
29. Heyman S.N., Rosenberger C., Rosen S., Khamaisi M. Why Is Diabetes Mellitus a Risk Factor for Contrast-Induced Nephropathy? *Biomed Res Int.* 2013; 2013: 123589. PMID: PMC3856131 DOI: 10.1155/2013/123589.
30. Pucelikova T., Dangas G., Mehran R. Contrast-induced nephropathy. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2008; 71 (1): 62–72. DOI: 10.1002/ccd.21207.
31. Pannu N., Wiebe N., Tonelli M. Prophylaxis strategies for contrast-induced nephropathy. *J. Am. Med. Assoc.* 2006; 295 (23): 2765–2779. DOI: 10.1001/jama.295.23.2765.
32. Brezis M., Rosen S. Hypoxia of the renal medulla – its implications for disease. *N. Engl. J. Med.* 1995; 332 (10): 647–655. DOI: 10.1056/NEJM199503093321006.
33. Pallone T.L., Turner M.R., Edwards A., Jamison R.L. Countercurrent exchange in the renal medulla. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2003; 284 (5): R1153–R1175. DOI: 10.1152/ajpregu.00657.2002.
34. Heyman S.N., Rosen S., Rosenberger C. Renal parenchymal hypoxia, hypoxia adaptation and the pathogenesis of radiocontrast nephropathy. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2008; 3: 288–296. DOI: 10.2215/CJN.02600607.
35. Katzberg R.W. Contrast medium-induced nephrotoxicity: Which pathway? *Radiology*. 2005; 235: 752–755. DOI: 10.1148/radiol.2353041865.
36. Heyman S.N., Reichman J., Brezis M. Pathophysiology of radiocontrast nephropathy. *Invest Radiol.* 1999; 34: 685–691. PMID: 10548380.
37. Geenen R.W.F., Kingma H.J., van der Molen A.J. Contrast-induced nephropathy: pharmacology, pathophysiology and prevention. *Insights Imaging*. 2013; 4 (6): 811–820. DOI: 10.1007/s13244-013-0291-3.
38. Heyman S.N., Rosenberger C., Rosen S. Regional alterations in renal hemodynamics and oxygenation: a role in contrast medium-induced nephropathy. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2005; 20 (Suppl. 1): i6–i11. DOI: 10.1093/ndt/gfh1069.
39. Katholi R.E., Taylor G.J., McCann W.P., Woods W.T. Jr., Womack K.A., McCoy C.D., Katholi C.R., Moses H.W., Mishkel G.J., Lucore C.L. Nephrotoxicity from contrast media: attenuation with theophylline. *Radiology*. 1995; 195: 17–22. DOI: 10.1148/radiology.195.1.7892462.
40. Deray G., Martinez F., Cacoub P., Baumelou B., Baumelou A., Jacobs C. A role for adenosine, calcium and ischemia in radiocontrast-induced intrarenal vasoconstriction. *Am. J. Nephrol.* 1990; 10 (4): 316–322. PMID: 2240059.
41. Persson P.B., Hansell P., Liss P. Pathophysiology of contrast medium-induced nephropathy. *Kidney Int.* 2005; 68 (1): 14–22. DOI: 10.1111/j.1523-1755.2005.00377.x.
42. Haller C., Hizoh I. The cytotoxicity of iodinated radiocontrast agents on renal cells in vitro. *Invest Radiol.* 2004; 39 (3): 149–154. PMID: 15076007.
43. Speck U. Contrast media: overview, use and pharmaceutical aspects, 4th ed. Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 1999: 8–83.
44. Pollack H.M. History of iodinated contrast media. In: Thomson H.S., Muller R.N., Mattrey R.F. (eds). Trends in contrast media. Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 1999: 3–19.
45. Lancelot E., Idee J.M., Laclede C., Santus R., Corot C. Effects of two dimeric iodinated contrast media on renal medullary blood perfusion and oxygenation in dogs. *Invest. Radiol.* 2002; 37 (7): 368–375. PMID: 12068157.
46. Jost G., Pietsch H., Lengsfeld P., Hutter J., Sieber M.A. The impact of the viscosity and osmolality of iodine contrast agent on renal elimination. *Invest. Radiol.* 2010; 45 (5): 255–261. DOI: 10.1097/RLI.0b013e3181d4a036.
47. Seeliger E., Flemming B., Wronski T., Ladwig M., Arakelyan K., Godes M., Mockel M., Persson P.B. Viscosity of contrast media perturbs renal hemodynamics. *J. Am. Soc. Nephrol.* 2007; 18 (11): 2912–2920. DOI: 10.1681/ASN.2006111216.
48. Liss P., Nygren A., Olsson U., Ulfendahl H.R., Erikson U. Effects of contrast media and mannitol on renal medullary blood flow and red cell aggregation in the rat kidney. *Kidney Int.* 1996; 49 (5): 1268–1275. PMID: 8731090.
49. Seeliger E., Sendeski M., Rihal C.S., Persson P.B. Contrast-induced kidney injury: mechanisms, risk factors, and prevention. *Eur. Heart J.* 2012; 33 (16): 2007–2015. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr494.
50. Lenhard D.C., Frisk A.L., Lengsfeld P., Pietsch H., Jost G. The effect of iodinated contrast agent properties on renal kinetics and oxygenation. *Invest. Radiol.* 2013; 48 (4): 175–182. DOI: 10.1097/RLI.0b013e31827b70f9.



51. SmPC texts of the ICMs via the College terBeoordeling vanGeneesmiddelen (Medicines Evaluation Board) in The Netherlands <http://www.cbg-meb.nl/cbg/nl> Last accessed 24/08/2013: Amidotrizoic acid (Urografin); Iobitridol (Xenetix); Iodixanol (Visipaque); Iohexol (Omnipaque); Iomeprol (Iomeron); Iopromide (Ultravist); Ioversol (Optiray); Ioxaglate (Hexabrix); Ioxitalamic acid (Telebrix).
52. European Society of Urogenital Radiology contrast media Safety Committee guidelines. Accesible at: <http://www.esur.org/guidelines/> Last accessed 24/08/2013.
53. Heinrich M.C., Haberle L., Muller V., Bautz W., Uder M. Nephrotoxicity of iso-osmolar iodixanol compared with nonionic low-osmolar contrast media: meta-analysis of randomized-controlled trials. *Radiology*. 2009; 250 (1): 68–86. DOI: 10.1148/radiol.2501080833.
54. Solomon R.J., Natarajan M.K., Doucet S., Sharma S.K., Staniloae C.S., Katholi R.E., Gelormini J.L., Labinaz M., Moreyra A.E. Cardiac angiography in renally impaired patients (CARE) study: a randomized double-blind trial of contrast-induced nephropathy in patients with chronic kidney disease. *Circulation*. 2007; 115 (25): 3189–3196. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.671644.
55. Reed M., Meier P., Tamhane U.U., Welch K.B., Moscucci M., Gurm H.S. The relative renal safety of iodixanol compared with low-osmolar contrast media: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JACC: Cardiovascular Interv*. 2009; 2 (7): 645–654. DOI: 10.1016/j.jcin.2009.05.002.
56. Bolognese L., Falsini G., Schwenke C., Grotti S., Limbruno U., Liistro F., Carrera A., Angioli P., Picchi A., Ducci K., Pierli C. Impact of iso-osmolar versus low-osmolar contrast agents on contrast-induced nephropathy and tissue reperfusion in unselected patients with ST-segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention (from the Contrast Media and Nephrotoxicity Following primary Angioplasty for Acute Myocardial Infarction [CONTRASTAMI] trial). *Am. J. Cardiol*. 2012; 109 (1): 67–74. DOI: 10.1016/j.amjcard.2011.08.006.
57. Aspelin P., Aubry P., Fransson S.G., Strasser R., Willenbrock R., Berg K.J. Nephrotoxic effects in high-risk patients undergoing angiography. *New Engl. J. Med*. 2003; 348 (6): 491–499. DOI: 10.1056/NEJMoa021833.
58. Chalmers N., Jackson R.W. Comparison of iodixanol and iohexol in renal impairment. *Br. J. Radiol*. 1999; 72 (859): 701–703. DOI: 10.1259/bjr.72.859.10624328.
59. Dong M., Jiao Z., Liu T., Guo F., Li G. Effect of administration route on the renal safety of contrast agents: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J. Nephrol*. 2012; 25 (3): 290–301. DOI: 10.5301/jn.5000067.
60. Portielje J.E., Kruit W.H., Eerenberg A.J., Schuler M., Sparreboom A., Lamers C.H., Bolhuis R.L., Stoter G., Huber C., Hack C. Interleukin 12 induces activation of fibrinolysis and coagulation in humans. *Br. J. Haematol*. 2001; 112: 499–505. PMID: 11167854.
61. Garlanda C., Bottazzi B., Bastone A., Mantovani A. Pentraxins at the crossroads between innate immunity, inflammation, matrix deposition, and female fertility. *Annu. Rev. Immunol*. 2005; 23: 337–366. DOI: 10.1146/annurev.immunol.23.021704.115756.
62. Du Clos T.W., Mold C. C-reactive protein: an activator of innate immunity and a modulator of adaptive immunity. *Immunol. Res*. 2004; 30 (3): 261–277. DOI: 10.1385/IR.30.3:261.
63. Stouthard J.M., Levi M., Hack C.E., Veenhof C.H., Romijn H.A., Sauerwein H.P., van der Poll T. Interleukin-6 stimulates coagulation, not fibrinolysis, in humans. *Thromb. Haemost*. 1996; 76 (5): 738–742. PMID: 8950783.
64. Cochran S.T., Wong W.S., Roe D.J. Predicting angiography-induced acute renal function impairment: clinical risk model. *Am. J. Roentgenol*. 1983; 141: 1027–1033. DOI: 10.2214/ajr.141.5.1027.
65. Hassen G.W., Hwang A., Liu L.L., Mualim F., Sembo T., Tu T.J., Wei D.H., Johnston P., Costea A., Meletiche C., Usmani S., Barber A., Jaiswal R., Kalantari H. Follow up for Emergency Department Patients after Intravenous Contrast and Risk of Nephropathy. *West J. Emerg. Med*. 2014; 15 (3): 276–281. DOI: 10.5811/westjem.2013.8.17915.
66. Lee J., Cho J.Y., Lee H.J. Contrast-induced nephropathy in patients undergoing intravenous contrast-enhanced computed tomography in Korea: a multi-institutional study in 101487 patients. *Korean J. Radiol*. 2014; 15 (4): 456–463. DOI: 10.3348/kjr.2014.15.4.456.
67. Davenport M.S., Khalatbari S., Cohan R.H., Dillman J.R., Myles J.D., Ellis J.H. Contrast material-induced nephrotoxicity and intravenous low-osmolality contrast material: Risk stratification by using estimated glomerular filtration rate. *Radiology*. 2013; 268: 719–728. DOI: 10.1148/radiol.13122276.
68. Park S., Kim M.H., Kang E., Park S., Jo H.A., Lee H., Kim S.M., Lee J.P., Oh K.H., Joo K.W., Kim Y.S., Kim D.K. Contrast-induced nephropathy after computed tomography in stable CKD patients with proper prophylaxis 8-year experience of outpatient prophylaxis program. *Medicine (Baltimore)*. 2016; 95 (18). DOI: 10.1097/MD.0000000000003560.
69. Palli E., Makris D., Papanikolaou J. Contrast-induced nephropathy in aged critically ill patients. *Oxid. Med. Cell. Longev*. 2014; 2014:756469. DOI: 10.1155/2014/756469.
70. Alsafi A., Alsafi Z., Lakhani A., Strickland N.H. Changes in renal function in elderly patients following intravenous iodinated contrast administration: a retrospective study. *Radiol. Res. Pract*. 2014; 2014:459583. DOI: 10.1155/2014/459583.
71. Goldenberg I., Matetzky S. Nephropathy induced by contrast media: pathogenesis, risk factors and preventive strategies. *CMAJ*. 2005; 172 (11): 1461–1471. DOI: 10.1503/cmaj.1040847.
72. Sonhaye L., Kolou B., Tchaou M., Amadou A., Assih K., N'Timon B., Adambounou K., Agoda-Koussema L., Adjenou K1, N'Dakena K. Intravenous contrast medium administration for computed tomography scan in emergency: A possible cause of contrast-induced nephropathy. *Radiol Res Pract*. 2015; 2015:805786. DOI: 10.1155/2015/805786.
73. Al-Beladi F.I. Cystatin C is an early marker of contrast-induced nephropathy in patients with sepsis in the intensive care unit. *Saudi. J. Kidney. Dis. Transpl*. 2015; 26 (4): 718–724. DOI: 10.4103/1319-2442.160170.
74. Solomon R., Barrett B. Follow-up of patients with contrast-induced nephropathy. *Kidney. Int. Suppl*. 2006; 69: S46–S50. DOI: 10.1038/sj.ki.5000374.
75. Rao Q.A., Newhouse J.H. Risk of nephropathy after intravenous administration of contrast material: a critical literature analysis. *Radiology*. 2006; 239 (2): 392–397. DOI: 10.1148/radiol.2392050413.
76. Newhouse J.H., Kho D., Rao Q.A., Starren J. Frequency of serum creatinine changes in the absence of iodinated



- contrast material: implications for studies of contrast nephrotoxicity. *Am. J. Roentgenol.* 2008; 191 (2): 376–382. DOI: 10.2214/AJR.07.3280.
77. Bruce R.J., Djamali A., Shinki K., Michel S.J., Fine J.P., Pozniak M.A. Background fluctuation of kidney function versus contrast-induced nephrotoxicity. *Am. J. Roentgenol.* 2009; 192 (3): 711–718. DOI: 10.2214/AJR.08.1413.
 78. Tremblay L.N., Tien H., Hamilton P., Brenneman F.D., Rizoli S.B., Sharkey P.W., Chu P., Rozycki G.S. Risk and benefit of intravenous contrast in trauma patients with an elevated serum creatinine. *J. Trauma.* 2005; 59 (5): 1162–1166; discussion 1166–1167. PMID: 16385295.
 79. Langner S., Stumpe S., Kirsch M., Petrik M., Hosten N. No increased risk for contrast-induced nephropathy after multiple CT perfusion studies of the brain with a nonionic, dimeric, iso-osmolal contrast medium. *Am. J. Neuroradiol.* 2008; 29 (8): 1525–1529. DOI: 10.3174/ajnr.A1164.
 80. Oleinik A., Romero J.M., Schwab K., Lev M.H., Jhavar N., Delgado Almandoz J.E., Smith E.E., Greenberg S.M., Rosand J., Goldstein J.N. CT angiography for intracerebral hemorrhage does not increase risk of acute nephropathy. *Stroke.* 2009; 40 (7): 2393–2397. DOI: 10.1161/STROKEAHA.108.546127.
 81. Bansal G.J., Darby M. Measurement of change in estimated glomerular filtration rate in patients with renal insufficiency after contrast-enhanced computed tomography: a case-control study. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2009; 33 (3): 455–459. DOI: 10.1097/RCT.0b013e31818160a3.
 82. Lima F.O., Lev M.H., Levy R.A., Silva G.S., Ebril M., de Camargo É.C., Pomerantz S., Singhal A.B., Greer D.M., Ay H., Gilberto González R., Koroshetz W.J., Smith W.S., Furie K.L. Functional contrast-enhanced CT for evaluation of acute ischemic stroke does not increase the risk of contrast-induced nephropathy. *Am. J. Neuroradiol.* 2010; 31 (5): 817–821. DOI: 10.3174/ajnr.A1927.
 83. McGillicuddy E.A., Schuster K.M., Kaplan L.J., Maung A.A., Lui F.Y., Maerz L.L., Johnson D.C., Davis K.A. Contrast-induced nephropathy in elderly trauma patients. *J. Trauma.* 2010; 68 (2): 294–297. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181cf7e40.
 84. Davenport M.S., Khalatbari S., Dillman J.R., Cohan R.H., Caoili E.M., Ellis J.H. Contrast material-induced nephrotoxicity and Intravenous low-osmolality iodinated contrast material. *Radiology.* 2013; 267: 94–105. DOI: 10.1148/radiol.12121394.
 85. American College of Radiology. ACR manual on contrast media. Version 8. 2012.
 86. Elicker B.M., Cypel Y.S., Weinreb J.C. IV contrast administration for CT: a survey of practices for the screening and prevention of contrast nephropathy. *Am. J. Roentgenol.* 2006; 186 (6): 1651–1658. DOI: 10.2214/AJR.05.0407.
 87. Waikar S.S., Bonventre J.V. Creatinine kinetics and the definition of acute kidney injury. *J. Am. Soc. Nephrol.* 2009; 20: 672–679. DOI: 10.1681/ASN.2008070669.
 88. Soto K., Coelho S., Rodrigues B., Martins H., Frade F., Lopes S., Cunha L., Papoila A.L., Devarajan P. Cystatin C as a marker of acute kidney injury in the emergency department. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2010; 5 (10): 1745–1754. DOI: 10.2215/CJN.00690110.
 89. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. *Kidney Int.* 2012; Suppl. (2): 1–138.
 90. Ellis J.H., Cohan R.H. Reducing the risk of contrast-induced nephropathy: a perspective on the controversies. *Am. J. Roentgenol.* 2009; 192 (6): 1544–1549. DOI: 10.2214/AJR.09.2368.
 91. Rudnick M., Feldman H. Contrast-induced nephropathy: what are the true clinical consequences? *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2008; 3 (1): 263–272. DOI: 10.2215/CJN.03690907.
 92. Valette X., Parienti J.J., Plaud B., Lehoux P., Samba D., Hanouz J.L. Incidence, morbidity, and mortality of contrast-induced acute kidney injury in a surgical intensive care unit: a prospective cohort study. *J. Crit. Care.* 2012; 27 (3): 322.e1–322.e5. DOI: 10.1016/j.jcrc.2011.08.005.
 93. Laskey W.K., Jenkins C., Selzer F., Marroquin O.C., Wilensky R.L., Glaser R., Cohen H.A., Holmes D.R.Jr. Volume-to-creatinine clearance ratio: a pharmacokinetically based risk factor for prediction of early creatinine increase after percutaneous coronary intervention. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 50 (7): 584–590. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.03.058.
 94. Tan N., Liu Y., Zhou Y.L., He P.C., Yang J.Q., Luo J.F., Chen J.Y. Contrast medium volume to creatinine clearance ratio: a predictor of contrast-induced nephropathy in the first 72 hours following percutaneous coronary intervention. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2011; 79 (1): 70–75. DOI: 10.1002/ccd.23048.
 95. National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am. J. Kidney Dis.* 2002; 39 (2, Suppl. 1): S1–S266. PMID: 11904577.
 96. Smith H.W. Comparative physiology of the kidney. The kidney: structure and function in health and disease. New York: Oxford University Press, 1951: 520–574.
 97. Pannu N., Wiebe N., Tonelli M. Prophylaxis strategies for contrast-induced nephropathy. *J. Am. Med. Assoc.* 2006; 295 (23): 2765–2779. DOI: 10.1001/jama.295.23.2765.
 98. ACR Committee on Drugs and Contrast Media. ACR manual on contrast media, version 8. American College of Radiology Website. <http://www.acr.org/-/media/ACR/Documents/PDF/QualitySafety/Resources/Contrast%20Media.pdf>. Published 2012. Accessed October 8, 2012.
 99. ESUR Contrast Medium Safety Committee. ESUR guidelines on contrast media, version 8.0. European Society of Urogenital Radiology. Web site. <http://www.esur.org/guidelines/en/index.php>. Published 2012. Accessed November 15, 2012.
 100. Thomsen H.S., Morcos S.K. Risk of contrast medium-induced nephropathy in high risk patients undergoing MDCT: a pooled analysis of two randomized trials. *Eur. Radiol.* 2009; 19 (4): 891–897. DOI: 10.1007/s00330-008-1206-4.
 101. Weisbord S.D., Mor M.K., Resnick A.L., Hartwig K.C., Palevsky P.M., Fine M.J. Incidence and outcomes of contrast-induced AKI following computed tomography. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2008; 3 (5): 1274–1281. DOI: 10.2215/CJN.01260308.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-116-128

Постобработка цифровых рентгенограмм в практике рентгенолога

Камышанская И.Г.*

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

Санкт-Петербургское ГБУЗ «Городская Мариинская больница», Санкт-Петербург, Россия

Post-Processing of Digital Radiographs in the Practice of Radiologist

Kamyshanskaya I.G.*

Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

City Mariinsky Hospital, St. Petersburg, Russia

Цель исследования: анализ использования рентгенологами методик постобработки цифровых рентгенограмм и разработка практических рекомендаций по их применению.

Материал и методы. Для анализа были взяты методики постобработки: негатив/позитив; фильтры/оптимизация динамического диапазона; обострение контуров и их сглаживание; увеличение изображения; уровень/ширина окна плотностей, гамма-коррекция. Составлена анкета, по которой врачу-рентгенологу надо было ответить на вопросы: с какой частотой он использует ту или иную методику цифровой обработки изображений; для чего, в каких случаях, в исследовании каких органов он применяет постобработку? Всего проанализировано 18 анкет и собственный опыт работы на цифровых рентгеновских аппаратах с 2003 г.

Результаты. На основании анкетирования и собственного опыта рекомендовано использовать методики постобработки рентгеновских изображений, начиная с оптимизации динамического диапазона / фильтрации, которая значительно улучшает качество снимка.

Выводы. 1. Врачи-рентгенологи в большинстве случаев (83%) используют методики постобработки в анализе цифровых рентгенограмм.

2. Отдельные опции постобработки применяются чаще всего (до 90–100%), это – уровень / ширина окна, обострение контуров, увеличение.

3. Команда сглаживания контуров применяется в 1/3 случаев (33%).

4. Редко используется оптимизация динамического диапазона / Fon Equalize.

5. Активное использование всех опций постобработки цифровых изображений позволит: повысить точность диагностики, избежать повторных снимков и снизить дозу облучения.

6. Рекомендуются: начинать постобработку снимков с оптимизации динамического диапазона / филь-

трации; для детализации изображения – изменять уровень / ширину окна, применять увеличение, обострять контуры.

Ключевые слова: цифровая рентгенограмма, цифровая техника и рентгенодиагностика, постобработка цифровых изображений, доза облучения.

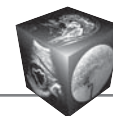
Ссылка для цитирования: Камышанская И.Г. Постобработка цифровых рентгенограмм в практике рентгенолога. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 116–128. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-116-128.

The purpose: analysis of the use by radiologists techniques of post-processing of digital radiographs and the development of practical recommendations on their application.

Materials and methods. The technique of post-processing was taken for analysis: negative/positive; filters/optimization of dynamic range; the intensification of the contours and smoothing; image magnification; level/window width densities, and gamma correction. Compiled questionnaire, which the doctor and the radiologist had to answer the questions of how often he uses a particular technique of digital image processing; which, in some cases, the study of what organs he uses post-processing? In total, we analyzed 18 questionnaires and their own experience in digital x-ray machines since 2003.

Results. On the basis of interviews and our own experience, the author recommends that you always use the techniques of post-processing x-ray images, starting with the optimization of the dynamic range / filter, which greatly improves the quality of the picture.

Conclusions. 1. Doctors radiologists in the majority of cases (83%) use the methods of post-processing to analyse digital radiographs.



2. Additional option of post-processing are used most of the time (90–100%), this level and the window width, the intensification of the contours increase.

3. Command path smoothing is applied in 1/3 cases (33%).

4. Rarely used to optimize dynamic range and FonEqualize.

5. Understanding all of the options post-processing of digital radiographs and their active use in practice of the radiologist, will improve the accuracy of x-ray, to avoid repeated shots, and as a consequence, to reduce the radiation dose of the patient.

6. Recommended: start post-processing images with optimal dynamic range/filter; for detail is necessary – to change the level/window width, zoom in, sharpen the contours.

Key words: digital radiograph, digital X-ray technology and X-ray diagnostics, post-processing of digital images, the radiation dose.

Recommended citation: Kamyshanskaya I.G. Post-Processing of Digital Radiographs in the Practice of Radiologist. *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 116–128. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-116-128.

Введение

Рентгеновские пленочные изображения имели существенные ограничения для количественного и качественного анализа патологических изменений. С появлением цифровых технологий пришли новые возможности цифровой обработки изображений [1–5]. Пленочные изображения имеют малый динамический диапазон, поэтому могут быть выполнены только в стандартном, мягком или жестком режимах и отражать определенные структуры органов [6, 7]. Параметры съемки подбирались в соответствии с конституцией пациента и с задачей исследования, но не всегда были оптимальными для обнаружения патологии. Благодаря большому динамическому диапазону цифрового изображения на одном снимке отображаются все структуры, которые можно увидеть, лишь изменяя уровень и ширину окна диапазона плотностей [6, 7]. Вследствие этого уменьшается процент бракованных цифровых снимков и, следовательно, снижаются дозы облучения пациентов [6–8]. Это лишь один пример эффективности постобработки цифрового изображения. Ее возможности огромны. В России есть единичные работы по клиниче-

скому применению современных возможностей постобработки цифровых рентгенограмм [6–8]. В зарубежных изданиях постобработке цифровых изображений посвящено много работ, как теоретических, так и клинических [9–13]. Однако в практической работе рентгенолога постобработка цифровых рентгеновских изображений используется не в полной мере. Это можно объяснить отсутствием в отечественном здравоохранении методических указаний и практических рекомендаций по оптимизации рентгенограмм различных анатомических областей с помощью постобработки.

Цель исследования

Анализ применения врачами-рентгенологами методик постобработки цифровых рентгенограмм и разработка практических рекомендаций по использованию постпроцессинга.

Материал и методы

Была создана анкета, по которой рентгенологу надо было ответить на вопросы, касающиеся частоты использования той или иной методики цифровой обработки, уточняющие, для чего, в каких случаях, в исследовании каких органов и систем рентгенолог применяет постобработку.

Для анализа были взяты следующие методики постобработки: негатив/позитив (инверсия); фильтры/оптимизация динамического диапазона; обострение контуров и их сглаживание; увеличение изображения/лупа; уровень/ширина окна плотностей, гамма-коррекция. Всего проанализировано 18 анкет. На вопросы отвечали врачи с трудовым стажем: до 5 лет – 10 (55%) человек, от 6 до 10 лет – 3 (17%) человека, работающие более 10 лет – 5 (28%) человек.

Фрагмент анкеты рентгенолога: **позитив / негатив**. Вопросы:

- а) В каком виде Вы чаще анализируете изображение, в позитивном либо негативном?
- б) В каких случаях применяете то и другое?
- в) При какой патологии либо при анализе каких органов используете позитивное изображение?
- г) При какой патологии либо при анализе каких органов используете негативное изображение?

Для корреспонденции*: Камышанская Ирина Григорьевна – 191014 Санкт-Петербург, Литейный проспект, д. 56. Городская Мариинская больница. Тел.: 8-812-275-73-67,; 8-911-238-44-31 (моб.). E-mail: irinaka@mail.ru

Камышанская Ирина Григорьевна – канд. мед. наук, доцент кафедры онкологии с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии СПбГУ; заведующая рентгеновским отделением СПб ГБУЗ “Городская Мариинская больница”.

Contact*: Irina G. Kamyshanskaya – 191014, Saint-Petersburg, Liteyniy prospekt, 56. City Mariinsky hospital. Phone: +7-812-275-73-67, +7-911-238-44-31. E-mail: irinaka@mail.ru

Irina G. Kamyshanskaya – cand. of med. sci., Associate Professor of Oncology, St. Petersburg State University; head of the X-ray department of the City Mariinsky hospital, St. Petersburg.



Был проанализирован и собственный опыт использования постобработки рентгенограмм органов и систем, полученный при работе с 2003 г. на нескольких модификациях цифровых рентгеновских аппаратов компании “Электрон”. В Мариинской больнице за 13 лет эксплуатировались аппараты “Электрон” с различной системой детектирования, оцифровки изображения, версией программного обеспечения (ПО) аппаратов. На смену фильтрации пришла оптимизация динамического диапазона, менялся интерфейс анализа изображения, предлагался более удобный и с большими возможностями.

Результаты

Анализ рентгенограмм в негативе либо в позитиве. Негативное изображение предпочитают позитивному 17 (95%) рентгенологов; все рентгенограммы оценивал в позитиве и в негативе 1 (5%) врач. Обязательно использовали инверсию: при патологии скелета – 1 (5%) человека, при заболеваниях мочеполовой системы – 2 (11%), в сложных диагностических случаях – 3 (17%), только при патологии легких – 3 (17%) человека. Значительное количество врачей – 7 (39%) применяли негатив и позитив обязательно при патологии легких, скелета, живота. В позитивном изображении 2 (11%) рентгенологам было легче находить камни в почках и мочеточниках. По собственному опыту рассматривать изображение в любом виде желательно после фильтрации снимка либо оптимизации динамического диапазона (рис. 1, 2). В этом случае появляется больше деталей изображения. Негатив цифрового снимка соответствует пленочной рентгенограмме, образ которой визуально привычен глазу рентгенолога, особенно с большим стажем. При визуальной оценке светлые структурные элементы изображения лучше видны на темном фоне и, наоборот, темные элементы дифференцируются хуже на светлом фоне. С физической точки зрения это можно объяснить отражением лучей света от белого цвета.

Фильтрация изображения. Нативное цифровое изображение имеет 65 536 оттенков серого (16 бит). Монитор компьютера может отразить 256 оттенков серого, тогда как глаз человека различает лишь 60–80 оттенков. Программы оптимизации подстраивают рентгеновское цифровое изображение под возможности визуализации глаза человека. Для этого в ПО заложен сложный математический алгоритм обработки сигнала. В рентгеновских аппаратах до 2012 г. выпуска предлагали специальные фильтры Fon Equalize Low, Middle, High (рис. 3), в поздних моделях – программы оптимизации динамического диапазона (рис. 4).

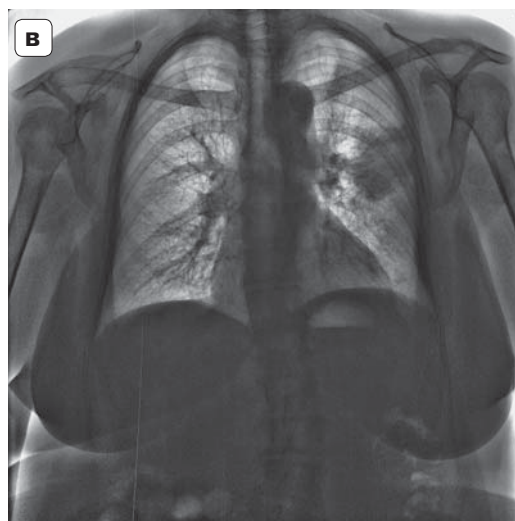
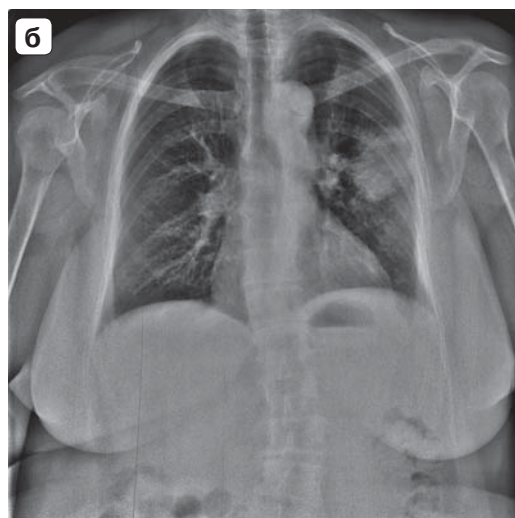
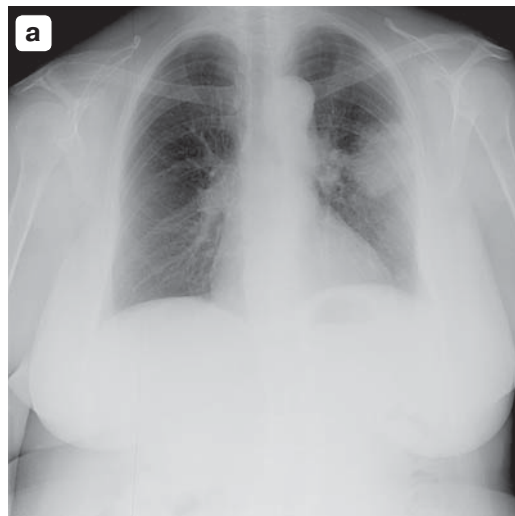


Рис. 1. Инверсия изображения с применением фильтрации в диагностике полостных образований легких. а – негатив без постобработки; б – негатив после фильтрации; в – позитив после фильтрации.

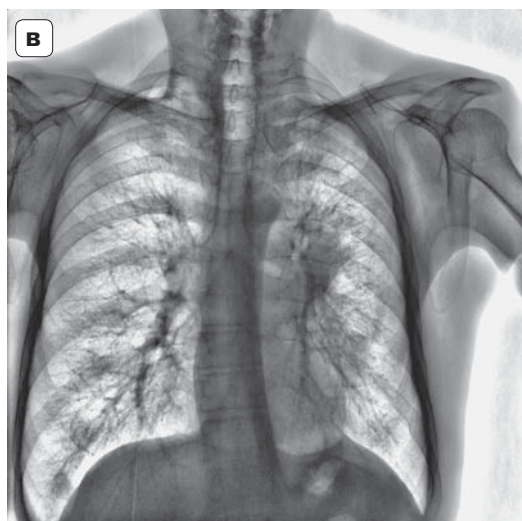
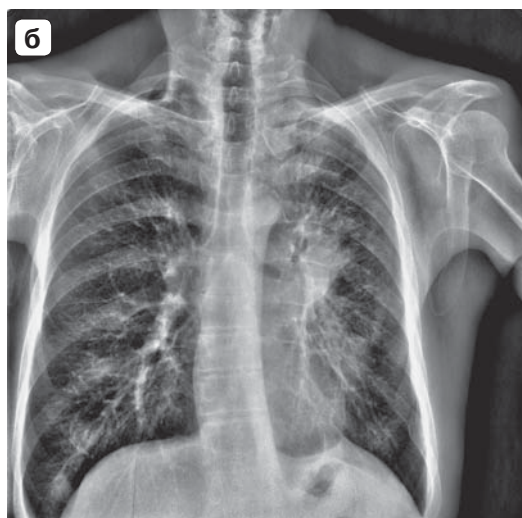
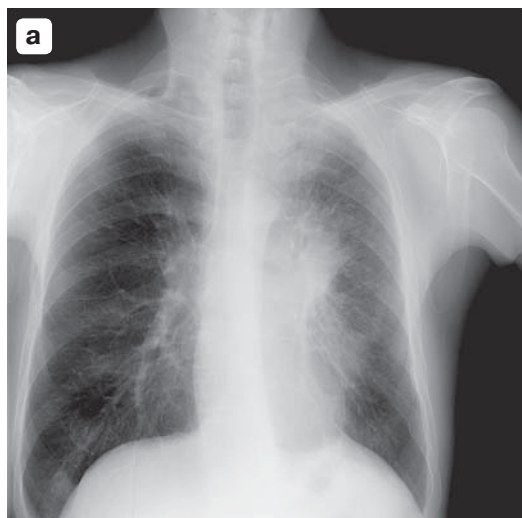


Рис. 2. После фильтрации первичное изображение стало структурным, детальным, как в негативе, так и в позитиве, для точной оценки признаков центрального рака легкого. а – негатив без постобработки; б – негатив после фильтрации; в – позитив после фильтрации.

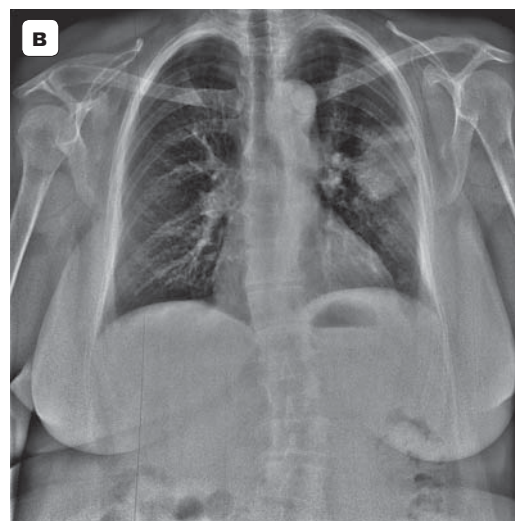
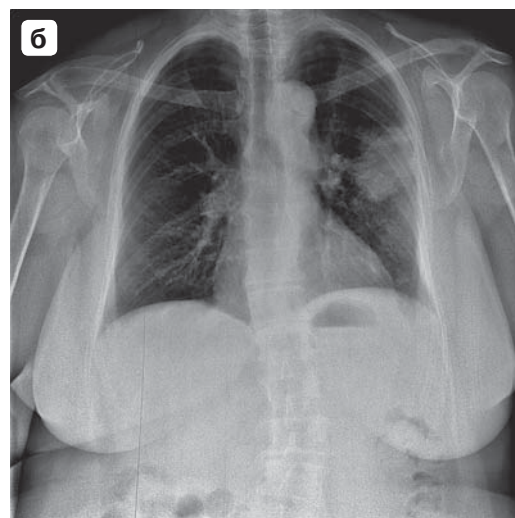
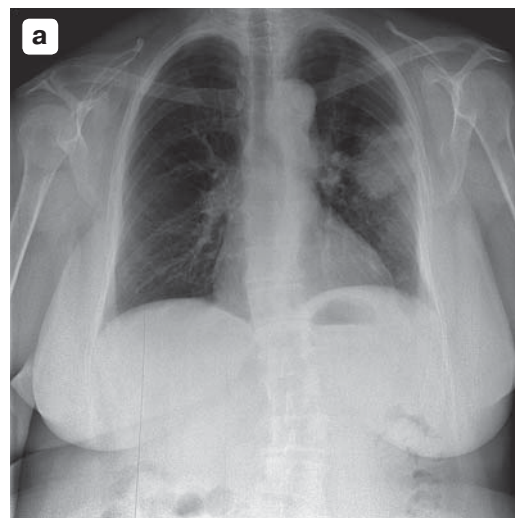


Рис. 3. Варианты фильтрации рентгенограмм. а – фильтр low Fon Equalize; б – фильтр middl Fon Equalize; в – фильтр high Fon Equalize.

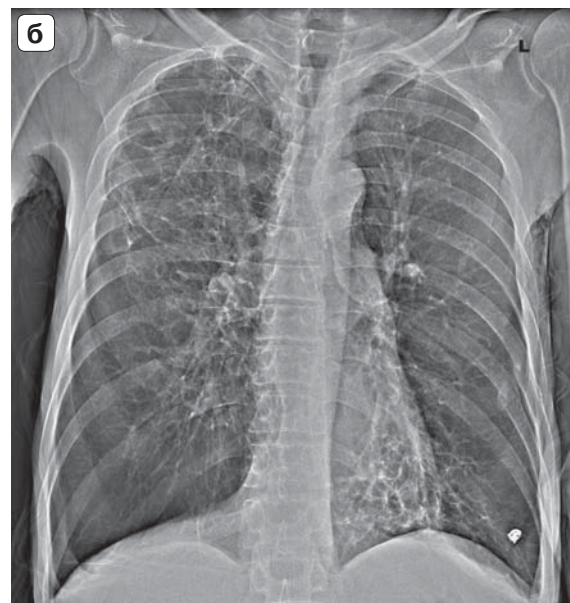
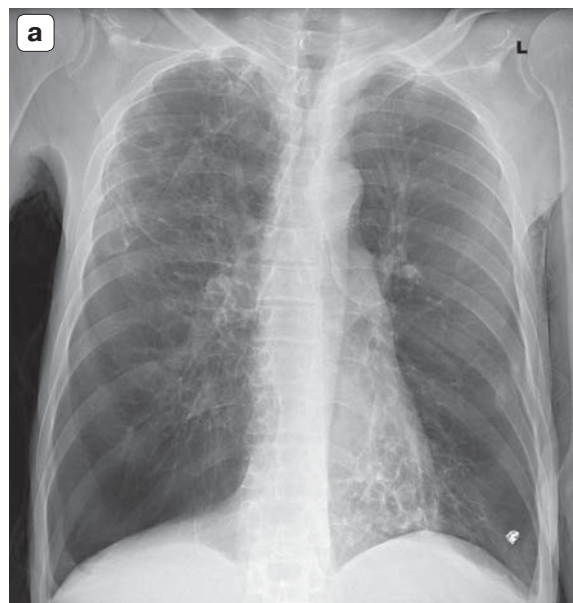


Рис. 4. Использование оптимизации динамического диапазона в случае кистозно-буллезной перестройки легких. а – нативное изображение; б – после оптимизации 8 ед.

Фильтры избавляли изображение от помех, нечеткостей и шума, вызванного как самим пациентом, так и техникой, токами электрических цепей.

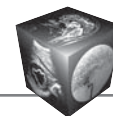
Вообще не использовали фильтрацию 3 (17%) рентгенолога больницы, остальные 15 (83%) применяли ту или иную фильтрацию. По частоте всегда использовали фильтрацию 3 (17%) врача, не более чем в 50% случаев – 5 (28%), включали фильтрацию в 50–100% случаев – 10 (55%). Чаще всего предпочитали High Fon Equalize 5 (28%) врачей, использовали все величины фильтрации (Low, Middle, High) 4 (22%), включали фильтрацию только при патологических изменениях в легких либо скелете 6 (33%) врачей.

Обострение и сглаживание контуров изображения. Команда “Sharpen”, называемая также псевдорельеф, обостряет контуры, делает четкими границы тканей. Она представлена в ПО величиной 2×2 , 3×3 , 5×5 (рис. 5–7). Команда “Smooth”, наоборот, делает изображение сглаженным. Она убирает зернистость, шумы в изображении и представлена величиной 3×3 , 5×5 . В последних модификациях рентгеновских аппаратов резкость контуров определяется в единицах (см. рис. 5). Рентгенологу важно не забывать, что опция “Sharpen” придает выразительность, подчеркнутость изображению. В своей практической работе было замечено, что некоторые рентгенологи при использовании команды “Sharpen” в анализе рентгенограммы органов грудной клетки (ОГК) воспринимали нормальный легочный рисунок как “уплотненный”, принимая его за пневмофиброз.

В связи с этим рекомендуется первоначально начинать анализ рентгенограммы (ОГК), не применяя какую-либо постобработку, особенно обострение контуров. В некоторых ПО врача вместе с фильтрацией изображения может быть “защита” по умолчанию программа обострения контуров определенной величины. Используя фильтрацию, врач может не заметить, как оптимизированное изображение приобретет псевдорельеф и, таким образом, приведет к заблуждению доктора. Команду “Sharpen” рекомендуется использовать в поиске тонких деталей изображения, например скрытых переломов костей (см. рис. 5), малого гидроторакса, слабо различимых за мягкими тенями грудной клетки (см. рис. 6, 7).

По мнению 4 (22%) рентгенологов, обострение контуров было необходимо только для лучшей визуализации патологии в легких и костях. Шесть (34%) врачей применяли обострение в 100% случаев. В повседневной работе обострение контуров использовали с частотой более чем в 50% случаев 11 (61%) врачей. Команду сглаживания использовали редко. Ее применяли лишь в 10% случаев, сглаживая изображение после команды обострения контуров (Smooth 3×3) и перед печатью снимка, чтобы убрать зерно шума. Команду “Smooth” 5×5 никто не использовал. Не видят вообще никакого смысла в сглаживании контуров 12 (67%) врачей.

Масштабирование, изменение размеров, лупа. Часть изображения на снимке, выделенная в окно просмотра, можно масштабировать, т.е.



увеличивать в несколько раз (рис. 8). Просмотр снимка в различном масштабе определяется коэффициентами. Шестнадцать (89%) рентгенологов использовали эту опцию при анализе снимка. Увеличение применяли 12 (67%) врачей не чаще чем в 50% случаев, 4 (22%) врача в 70% случаев и чаще. Шесть (33%) врачей увеличивали снимок в 2 раза, 4 (22%) – в 1,5 раза. Применяли увеличение 10 (56%) рентгенологов при анализе рентге-

нограмм легких и скелета. Увеличение изображения позволяло специалисту детализировать снимок, оценивать структуру, очагов, контуры, рисунок и интенсивность мелких деталей объекта, определять целостность костной ткани (рис. 9, 10).

По мнению автора, достаточно увеличивать изображение до 2 раз. Большее увеличение придаст снимку зернистую структуру и сделает его малоэффективным.

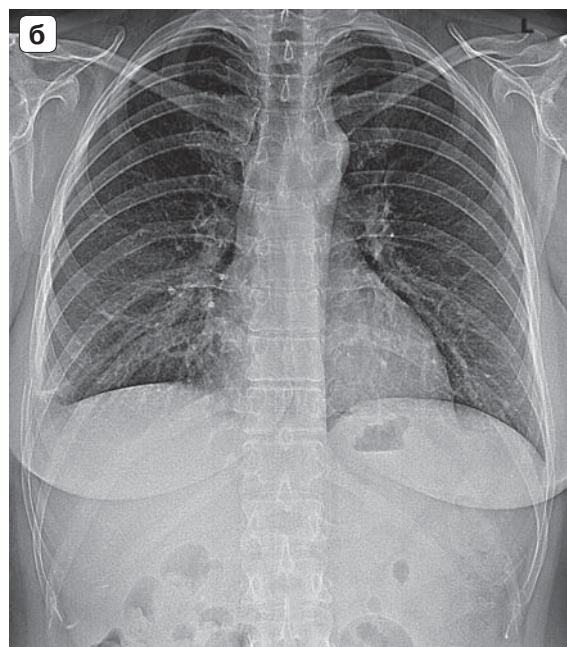
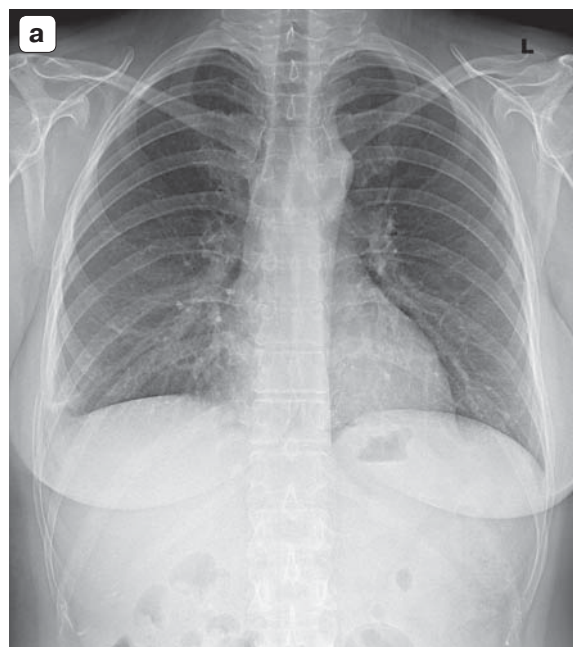


Рис. 5. Пример использования оптимизации и обострения контуров в диагностике перелома бокового отрезка VIII ребра справа. а – нативное изображение; б – после оптимизации 5 ед. и резкости 5 ед.

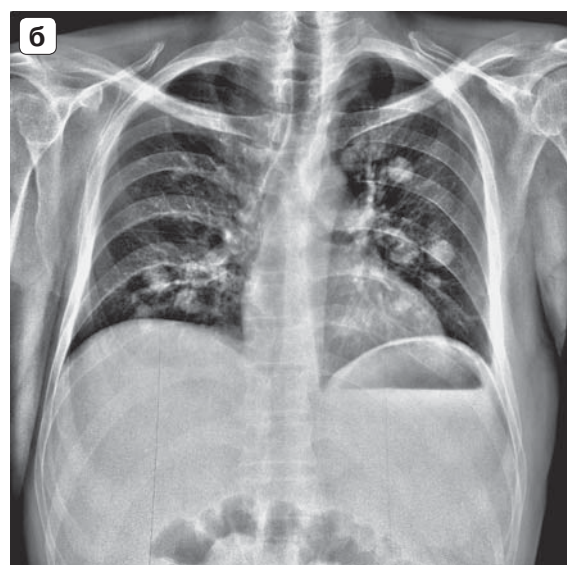
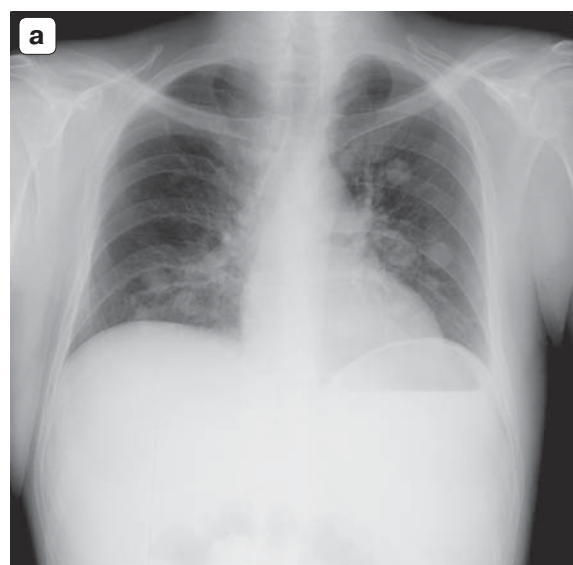


Рис. 6. Уточненная диагностика диссеминированных крупноочаговых изменений в легких. а – нативный снимок; б – фильтр high Fon Equalize + Sharpen 2 × 2.

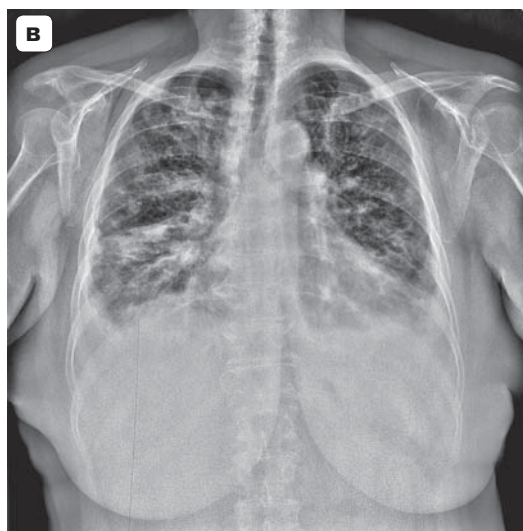
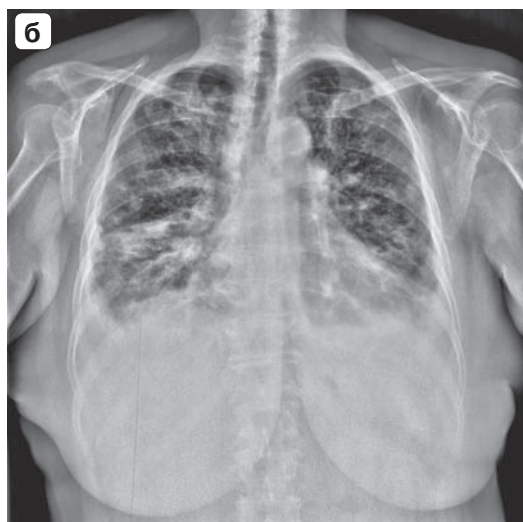
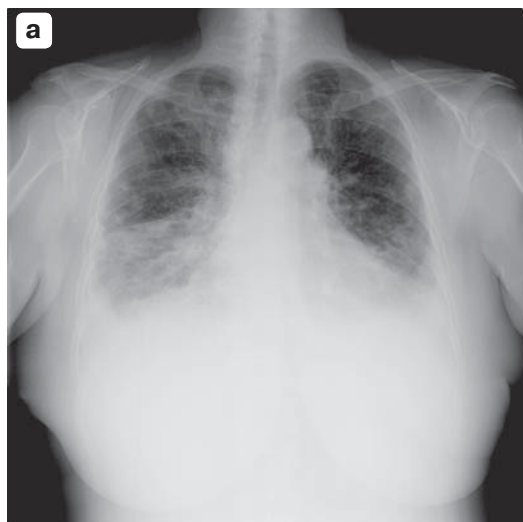
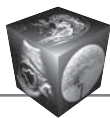


Рис. 7. Пример улучшения визуализации структур легочной ткани при двустороннем гидротораксе. а – Sharpen 5×5 ; б – high Fon Equalize + Sharpen 2×2 ; в – high Fon Equalize + Sharpen 5×5 .

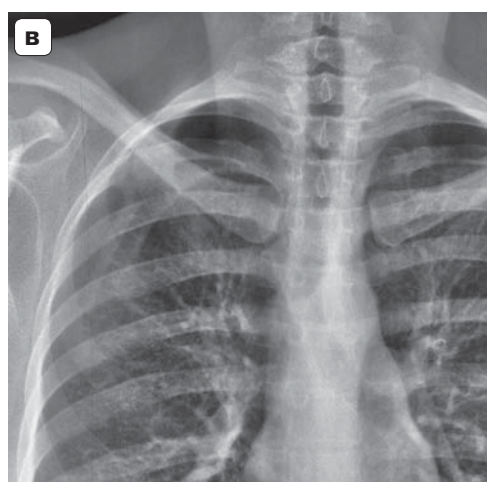
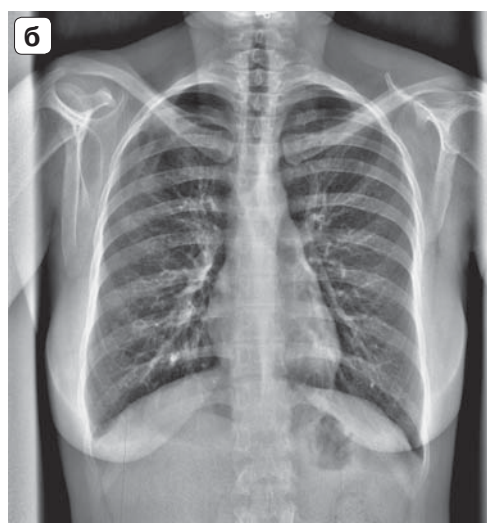
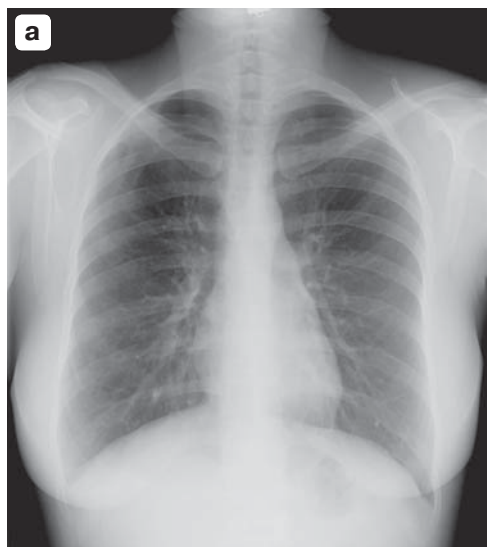


Рис. 8. Увеличение снимка после фильтрации при аномалии ребер справа. а – негатив без постобработки; б – фильтр high Fon Equalize; в – high Fon Equalize + увеличение 2.

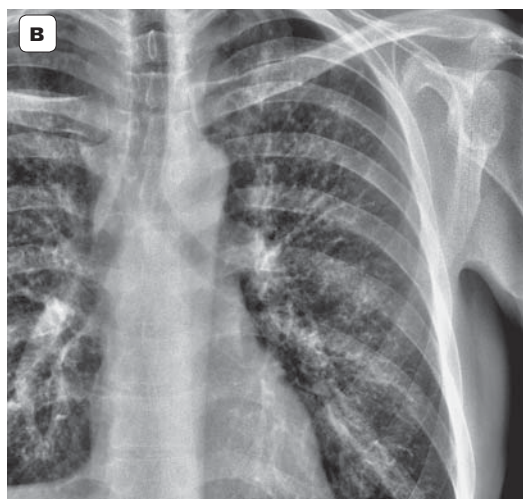
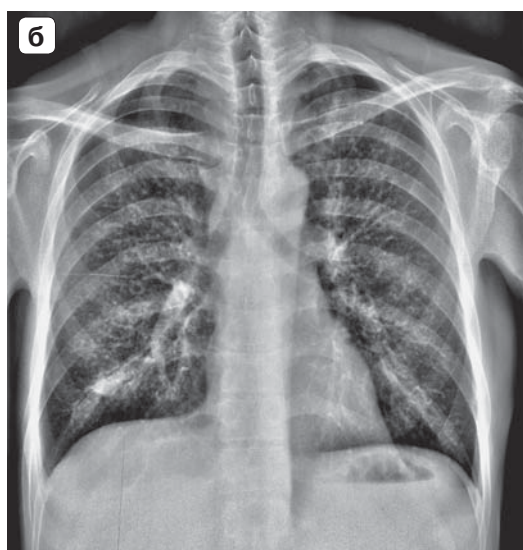
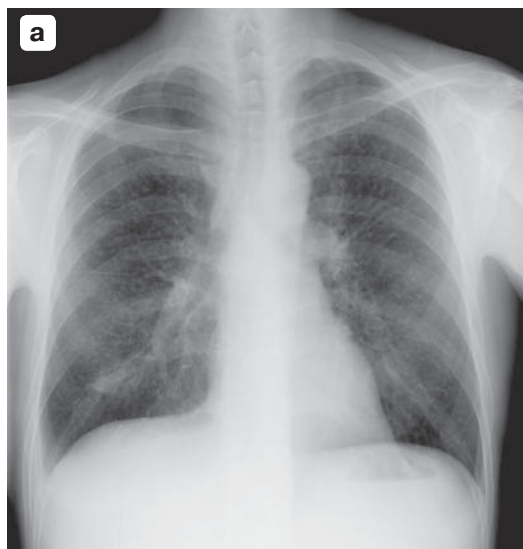
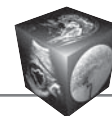


Рис. 9. Улучшение визуализации мелкоочаговых теней в легких. а – без постобработки; б — high FonEqualize + sharpen 2×2 ; в – high Fon Equalize + Sharpen 2×2 + увеличение 2.

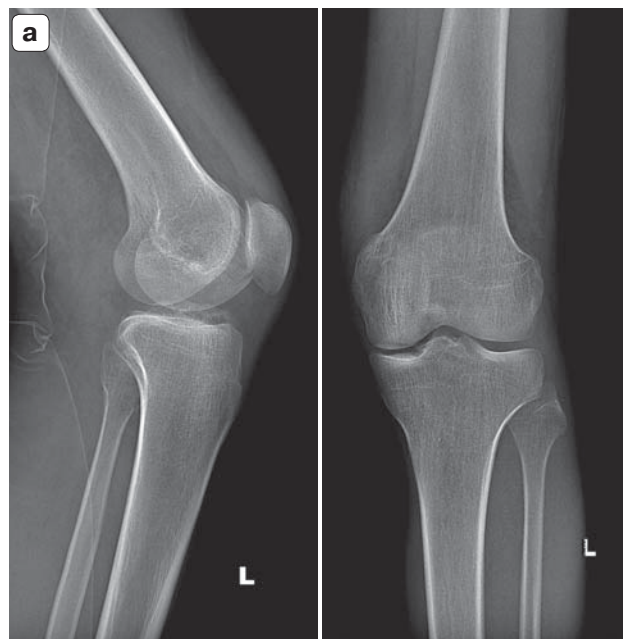


Рис. 10. Улучшение диагностики перелома малоберцовой кости. а – нативные снимки в 2 проекциях; б – оптимизация 6 ед., резкость 3 ед., увеличение 2.

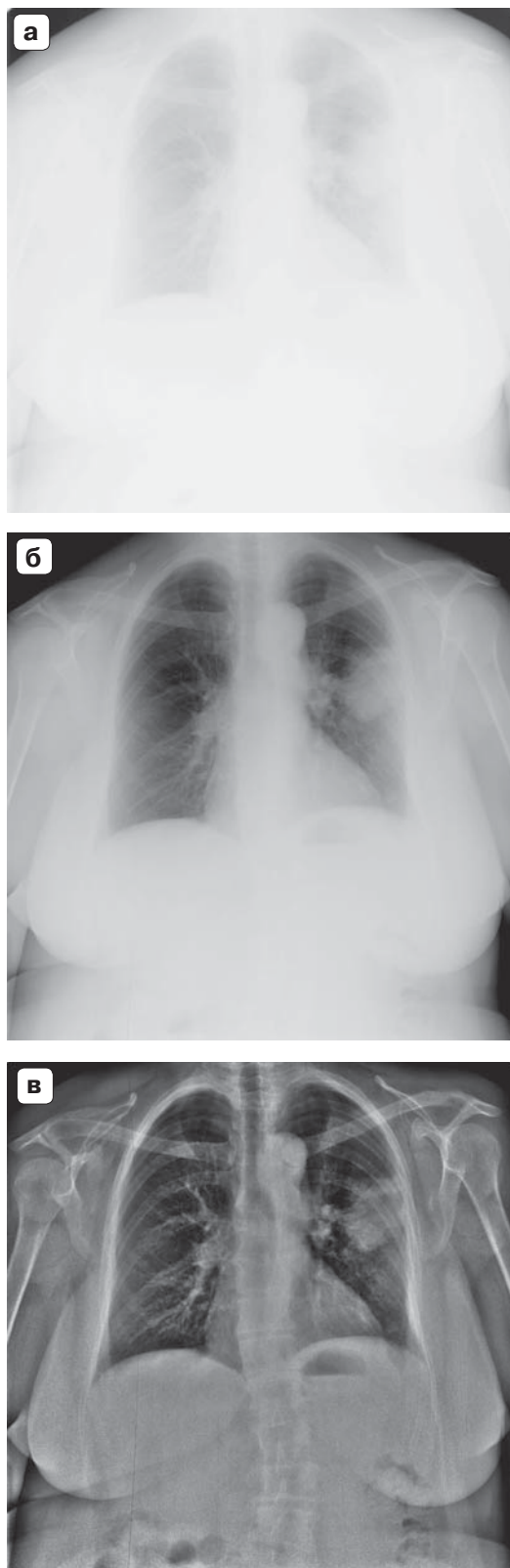


Рис. 11. Варианты использования ширины окна шкалы плотностей. а – весь диапазон плотностей от 0 до 4095 ед; б – без фильтрации, диапазон окна 0–454 ед; в – high Fon Equalize + Sharpen 2 × 2, диапазон окна 2044–2564 ед.

Ширина и уровень окна, шкала плотностей.

В цифровой рентгенографии имеется понятие шкалы плотностей с диапазоном от 0 до 4095 условных единиц. Регулировка изображения осуществляется врачом при изменении ширины окна шкалы плотностей (window width) и уровня окна шкалы (window level). Окно шкалы определяется верхней и нижней границей видимого диапазона плотностей камеры аппарата. Уровень окна – это среднее значение между верхней и нижней границей шкалы плотностей в выбранном окне. Изменяя уровень окна и его ширину, мы можем более детально рассмотреть ткани определенной плотности. Использование всей шкалы сразу – диагностически неэффективно (рис. 11). Известны окна – легочное, средостенное, костное, в которых возможно рассмотрение деталей именно этих структур.

Гамма-коррекция. Гамма-коррекция, или зависимость уровней яркости изображения на мониторе от плотности объекта, определяется коэффициентом γ , который можно изменять в диапазоне от 0,2 до 5. Применительно к негативным снимкам при перемещении движка вправо по шкале гамма-коррекции коэффициент γ увеличивается, а изображение становится более темным (рис.12, 13).

При перемещении движка влево по шкале гамма-коррекции коэффициент γ уменьшается, а изображении становится более светлым. Чаще данную опцию используют вместе с уровнем / шириной окна (см. рис. 13).

По результатам анкетирования гамма-коррекцией и изменением уровня / ширины окна пользовались почти все рентгенологи – 17 (95%) человек. В 100% случаев изменяли уровень и ширину окна вместе с гамма-коррекцией 7 (39%) врачей, а использовали данные опции в 50% случаев – 11 (61%). Только при анализе патологии в легких применяли данную постобработку 3 (17%) врача и столько же – при анализе снимков скелета. Эта опция помогала рентгенологам рассмотреть единичные патологические очаги, диссеминацию в легких, детали патологически измененного легочного рисунка, малый пневмоторакс. При исследовании костно-суставной системы лучше дифференцировались переломы, при исследовании живота – уровни жидкости в кишечнике, малый пневмоперитонеум, осумкованный газ и выпот.

Обобщая результаты проводимого опроса, на вопрос о частоте использования постобработки в диагностической работе 15 (83%) рентгенологов ответили, что применяют ее в более чем 70% случаев. Только 3 (17%) врача не утруждали себя об-

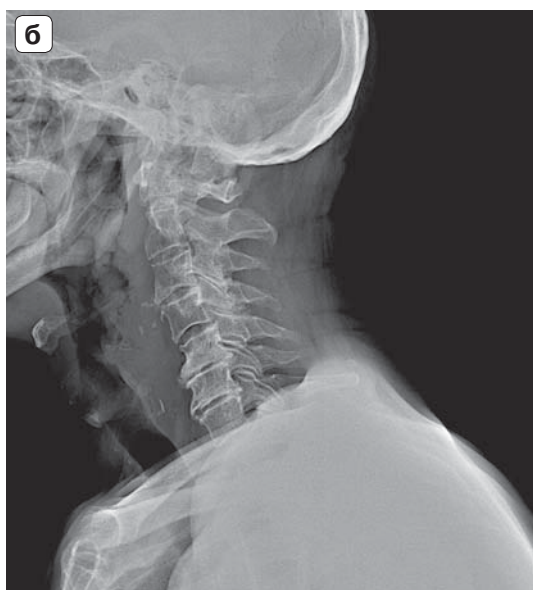
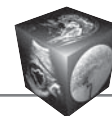


Рис. 12. Варианты гамма-коррекции при исследовании шеи. а – гамма-коррекция 0,3; б – гамма-коррекция 0,6; в – гамма-коррекция 1.

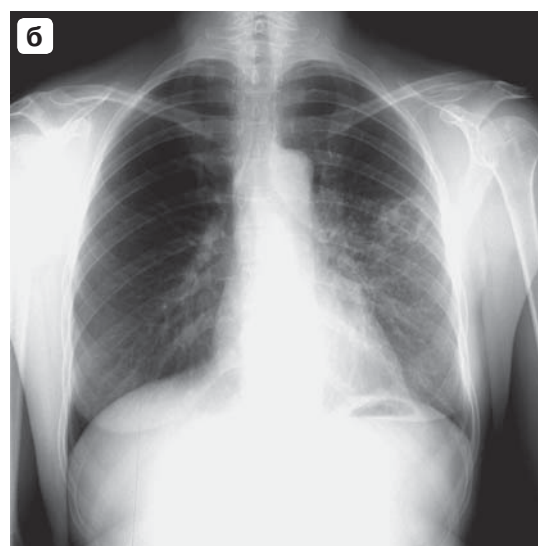
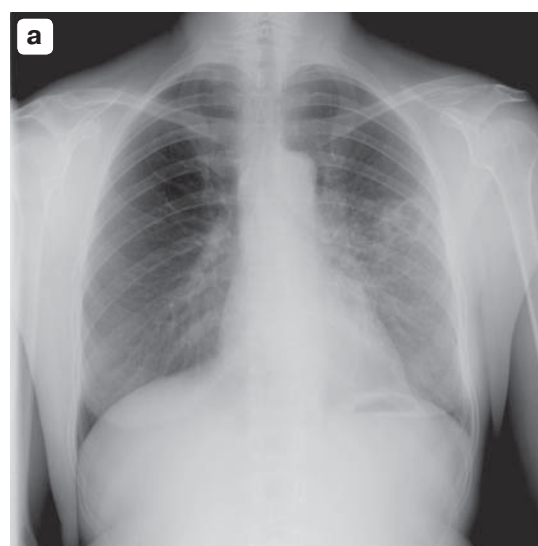


Рис. 13. При одной величине гамма-коррекции улучшение дифференцировки полостного образования в левом легком. а – гамма-коррекция 1,6; б – изменение уровня и ширины окна + гамма-коррекция 1,6.

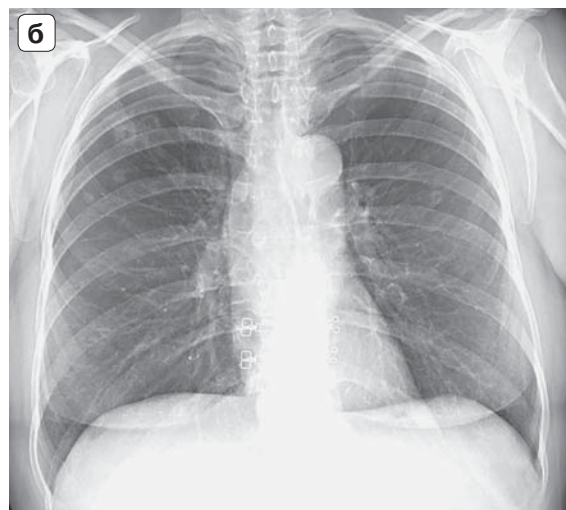
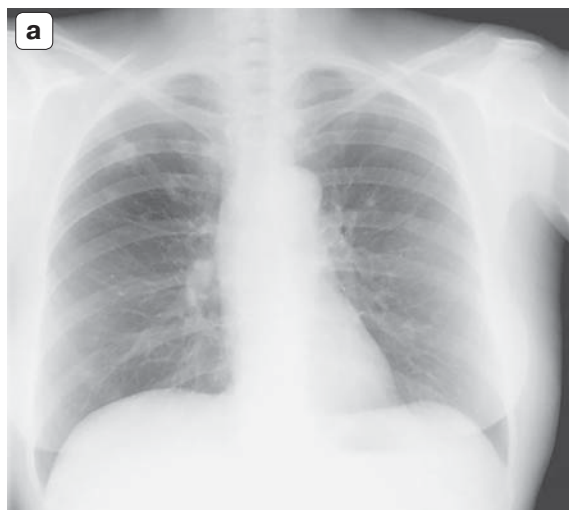
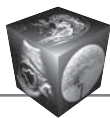


Рис. 14. Больная К., 53 года, синдром очаговой диссеминации в верхнесредних отделах легких с распадом. Пример особенностей пространственного разрешения снимков, выполненных на аппаратах с различными цифровыми детекторами. а – нативная цифровая флюорограмма; б – нативный цифровой снимок с АРЦ.

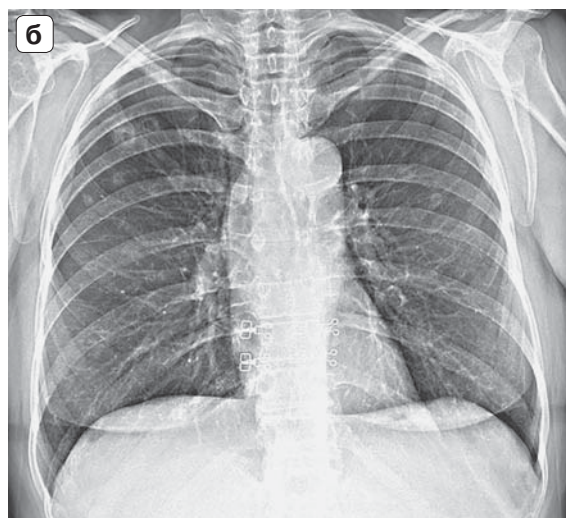
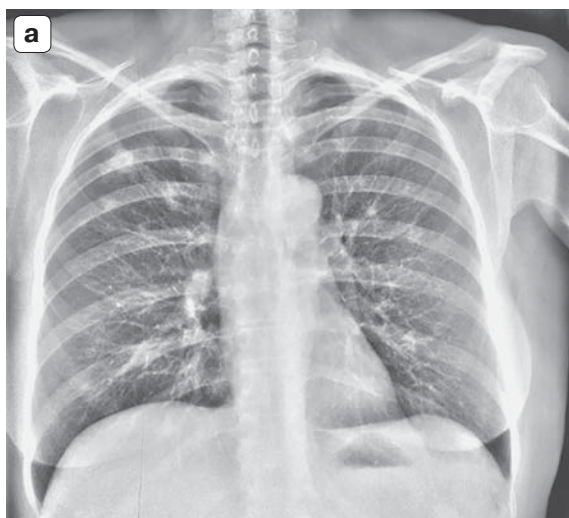


Рис. 15. Больная К., 53 года, синдром очаговой диссеминации в верхнесредних отделах легких с распадом. Те же снимки, что на рис. 14, после постобработки. а – флюорограмма, фильтрация Fon Equalize High и обострения Sharpen 2 × 2; б – рентгенограмма с АРЦ, оптимизация динамического диапазона 6 ед.

работкой изображений, используя ее менее чем в 30% случаев. Это оказались молодые врачи с небольшим стажем работы. Рентгенологи со стажем более 10 лет (28%) применяли постобработку в 100% случаев. Некоторые опции рентгенологи не применяли, так как либо не знали о них, либо не понимали их назначение.

Сравнивая разрешающую способность детекторов разных цифровых аппаратов и прилагаемое ПО, можно с уверенностью сказать, что снимки, полученные на флюорографе (ФЦ) (рис. 14, а, 15, а) гораздо хуже по качеству, чем на рентгеновском аппарате с плоской панелью (АРЦ-Электрон)

(рис. 14, б, 15, б). В более современные рентгеновские аппараты заложены сложные алгоритмы математической обработки. До того, как снимок будет представлен для анализа рентгенологу, на этапе машинной обработки происходят выравнивание яркости, коррекция геометрических искажений, удаление битых пикселей, шумоподавление, предварительная оптимизация динамического диапазона и др. На флюорографе 2007 г. выпуска сложных программ преобработки снимков не было. На АРЦ они уже есть, поэтому видна разница в качестве изображений. На рентгенограмме, выполненной на цифровом флюорографе (см.

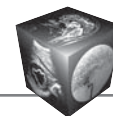


рис. 14, а), нативное изображение менее информативно, чем на АРЦ (см. рис. 14, б). После оптимизации нативного снимка элементами постобработки стали четче дифференцироваться патологические очаги, их количество, структура, контуры, размеры (см. рис. 15, а). Стали лучше различаться детали легочного рисунка, проявились сквозь сердце и живот тени позвоночника и ребер. Обработанный врачом снимок с флюорографа (см. рис. 15, а) по качеству стал соответствовать нативному снимку с АРЦ (см. рис. 14, б).

Производители рентгеновской техники сейчас работают над сложными алгоритмами автоматической преобработки, пытаясь получить оптимальный для интерпретации снимок, который можно рентгенологу вообще не обрабатывать либо применять минимальную постобработку. На взгляд автора статьи, получить оптимальное изображение под любой “глаз и вкус” рентгенолога невозможно.

На основании собственного опыта работы на цифровых рентгеновских аппаратах автор статьи рекомендует всегда использовать методики постобработки на практике. Начинать надо с оптимизации динамического диапазона либо с фильтрации. Эти опции постобработки позволяют получить снимки значительно лучшего качества (см. рис. 15) в сравнении с нативными снимками (см. рис. 14). В случае необходимости детализации тонких патологических структур следует применить увеличение / лупу, псевдорельеф (обострение контуров). Если необходимо рассмотреть детали в легочном или в костном окне, то надо соответственно сместить уровень окна. Ширину окна необходимо также регулировать.

Выводы

1. Врачи-рентгенологи в большинстве случаев (83%) используют элементы постобработки в анализе цифровых рентгенограмм.

2. Отдельные опции постобработки снимка применяют чаще всего (до 90–100%), например уровень/ширина окна, увеличение, обострение контуров.

3. Команду сглаживания контуров используют в 1/3 случаев (33%), вероятно, из-за непонимания возможностей этой опции.

4. Редко применяется оптимизация динамического диапазона. Эта опция появилась недавно на современных цифровых аппаратах компании “Электрон”. На более поздних моделях аппаратов она была представлена специальной фильтрацией – Fon Equalize.

5. Активное использование всех опций постобработки цифровых изображений позволяет по-

высить точность диагностики, избежать повторных снимков и снизить дозу облучения пациента.

6. Рекомендуется начинать постобработку снимков с оптимизации динамического диапазона/фильтрации; для детализации изображения необходимо менять уровень/ширину окна, применять увеличение/лупу, обострять контуры.

Список литературы

1. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. В 2-х книгах. Книга 2. М.: Мир, 1982. 480 с.
2. Зеликман М.И. Теория, исследование и разработка методов и аппаратно-программных средств медицинской цифровой рентгенографии: Автореф. дисс. д-ра техн. наук. М., 2001. 31 с.
3. Архипов А.Е., Дегтярев С.В., Садыков С.С., Середа С.Н., Титов В.С. Методы цифровой обработки изображений: Учебное пособие. В 3-х частях. Часть 2. Курск: КГТУ, 2002; 118 с.
4. Гуржиев А.Н., Гуржиев С.Н., Кострицкий А.В. Отображение цифрового рентгеновского снимка на экране компьютера: проблемы и пути их решения. *Радиология-практика*. 2003; 3: 52–55.
5. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1072 с.
6. Белова И.Б., Китаев В.М. Малодозовая цифровая рентгенография. Орел: Труд, 2001. 164 с.
7. Степанова Е.А. Система цифровой радиологии CR в традиционных рентгенологических исследованиях по материалам МОНИКИ. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2005; 5: 25–35.
8. Портной Л.М., Вяткина Е.И., Фадиев А.В., Заботин В.М. Место цифровой флюорографии (ЦРФ) в выявлении легочной патологии в условиях практического здравоохранения РФ. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2003; 3: 4–12.
9. Vuylsteke P., Schoeters E., Agfa-Gevaert N.V., Mortsel B. Image processing in computed radiography. *DGZfP proceedings BB 67-CD*. 1999; 16: 87–101.
10. Prokop M., Neitzel U., Schaefer-Prokop C. Principles of image processing in digital chest radiography. *J. Thor. Imag.* 2003; 18: 148–164.
11. Koenker R. Improved conspicuity of key X-ray findings using advanced post-processing techniques: clinical examples. *MEDICA MUNDI*. 2005; 49 (3): 4–11.
12. Redlich U., Hoeschen C., Doehring W. Assessment and Optimization of the Image Quality of Chest-Radiography Systems. *Radiat. Prot. Dosimetry*. 2005; 114 (1–3): 264–268.
13. Lo W.Y., Puchalski S.M. Digital image processing. *Veterinary Radiol. Ultrasound*. 2008; 49 (1): 42–47.

References

1. Prjett U. Digital image processing. In two books. Book 2. M.: Mir, 1982. 480 c. (In Russian)
2. Zelikman M.I. Theory, investigation and development of methods and hardware-software means of medical digital radiography: Autoref. diss. doct. techn. sci. M., 2001. 31 p. (In Russian)
3. Arhipov A.E., Degtjarev S.V., Sadykov S.S., Sereda S.N., Titov V.S. Methods of digital image processing: a tutorial. In three parts. Part 2. Kursk: KGTU, 2002; 118 c. (In Russian)



4. Gurzhiev A.N., Gurzhiev S.N., Kostrickij A.V. The display of digital x-ray on the computer screen: problems and solutions. *Radiologiya-praktika*. 2003; 3: 52–55. (In Russian)
5. Gonsales R., Vuds R. Digital image processing. M.: Tehnosfera, 2005. 1072 c. (In Russian)
6. Belova I.B., Kitaev V.M. Low dose digital radiography. Orel: Trud, 2001. 164 c. (In Russian)
7. Stepanova E.A. Digital CR radiography traditional x-ray studies from MONICA. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2005; 5: 25–35. (In Russian)
8. Portnoy L.M., Vjatkina E.I., Fadiev A.V., Zabotin V.M. Digital fluoroscopy (CPF) to identify pulmonary pathology in conditions of practical health. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2003; 3: 4–12. (In Russian)
9. Vuylsteke P., Schoeters E., Agfa-Gevaert N.V., Mortsel B. Image processing in computed radiography. DGZfP proceedings BB 67-CD. 1999; 16: 87–101.
10. Prokop M., Neitzel U., Schaefer-Prokop C. Principles of image processing in digital chest radiography. *J. Thor. Imag.* 2003; 18: 148–164.
11. Koenker R. Improved conspicuity of key X-ray findings using advanced post-processing techniques: clinical examples. *MEDICA MUNDI*. 2005; 49 (3): 4–11.
12. Redlich U., Hoeschen C., Doebling W. Assessment and Optimization of the Image Quality of Chest-Radiography Systems. *Radiat. Prot. Dosimetry*. 2005; 114 (1–3): 264–268.
13. Lo W.Y., Puchalski S.M. Digital image processing. *Veterinary Radiol. Ultrasound*. 2008; 49 (1): 42–47.

Поступила в редакцию 21.12.2016.
Принята к печати 18.01.2017.

Received on 21.12.2016.
Accepted for publication on 18.01.2017.

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН

<http://vidar.ru/>

Интернет-магазин Издательства «Видар» предлагает своим покупателям профессиональную медицинскую литературу по издательским ценам!

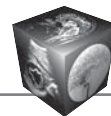
Мы предлагаем вам несколько вариантов доставки: самовывоз, доставка курьером по Москве, доставка почтой в другие регионы.

Ждем Вас на нашем интернет-ресурсе. Также вы сможете оформить подписку на еще не вышедшие издания и купить их по более выгодной цене!

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ВИДАР
МЕДИЦИНСКАЯ
ЛИТЕРАТУРА



Контакты: +7-495-768-0434; +7-495-589-8660



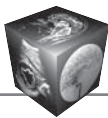
**Борис Иванович
Долгушин
К 65-летию
со дня рождения**

**Boris Ivanovich
Dolgushin
To 65th Anniversary**

Борис Иванович Долгушин родился в Тамбове, в семье врачей. Отец и мать Бориса Ивановича – медики в первом поколении, ставшие основателями самой многочисленной на Тамбовщине врачебной династии, включающей 13 врачей, в том числе трех заслуженных врачей Российской Федерации и двух профессоров. Общий трудовой стаж династии врачей Долгушиных насчитывает более 300 лет.

После окончания в 1975 г. лечебного факультета 2-го Московского ордена Ленина государственного медицинского института им. Н.И. Пирогова Б.И. Долгушин обучался в клинической ординатуре, а затем в аспирантуре Онкологического научного центра Академии медицинских наук СССР по специальности “онкология–рентгенология”. В 1980 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по теме “Ангиографическая диагностика вторичных опухолей в печени”, после чего работал в разных научных должностях в рентгенодиагностическом отделении Центра. В 1989 г. Борис Иванович защитил докторскую диссертацию “Абдоминальная ангиография в комплексной диагностике опухолей у детей”. Вся его последующая трудовая деятельность неразрывно связана с Российским онкологическим научным центром (РОНЦ) РАМН, где он прошел путь от первых шагов в профессии –

до вершин профессионального мастерства, от начинающего врача – до общепризнанного лидера в вопросах организации и клинического применения методов лучевой диагностики и интервенционно-радиологических методов лечения, от младшего научного сотрудника – до руководителя крупнейшего в Европе специализированного многопрофильного института, в котором представлены все современные направления лучевой диагностики, лучевой терапии и интервенционной радиологии. Благодаря организаторским способностям, профессиональному таланту и новаторскому подходу к решению возложенных на него задач Б.И. Долгушин успешно осуществил реорганизацию обеспечивавших лучевую визуализацию в онкологии структурных подразделений РОНЦ, объединив их в единую службу, осуществив ее техническое и технологическое перевооружение, подготовив специалистов-практиков и научных работников высокой квалификации, способных с высоким качеством решать самые сложные задачи диагностики и лучевого лечения в онкологии, развивать медицинскую науку в соответствии с требованиями времени. Первым в стране он еще в 1998 г. полностью перевел огромный отдел лучевой диагностики на беспленочную цифровую технологию, первым в онкологической практике создал специализированное 12-коечное отделе-



ние рентгенохирургических методов диагностики и лечения и первое в стране рентгеноэндоскопическое отделение, первым начал создавать рабочие места диагностов-онкологов, одинаково профессионально использующих разные лучевые технологии объединенные по органному и системному принципу, инициировал и принял активное участие в создании в РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАН Центра позитронной эмиссионной томографии. В настоящее время под руководством Бориса Ивановича трудятся более 600 сотрудников, из них 25 профессоров и докторов наук, более 40 кандидатов наук, половина коллектива – специалисты с высшим медицинским и техническим образованием. В течение дня в НИИКиЭР проходят обследование и лечение более 900 онкологических пациентов, которым проводится около 1,5 тыс диагностических исследований и 300 лечебных радиологических вмешательств.

Борис Иванович Долгушин – профессор кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии и медицинской физики ФГБОУ Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования, в создании этой кафедры он принимал активное участие. Профессор Б.И. Долгушин ведет активную преподавательскую и научную работу, под его руководством защищены 7 докторских и 26 кандидатских диссертаций, многие из его учеников выросли до уровня руководителей профильных служб в ряде специализированных медицинских центров Москвы, и других городов России и СНГ. Борис Иванович – автор более 300 научных работ, 11 монографий, авторских свидетельств и патентов. Он разработал и внедрил широкий спектр новаторских, не требующих наркоста интервенционных радиологических методик лечения онкологических заболеваний печени и желчных протоков, почек и мочеточников, дыхательной, костной и пищеварительной систем, щадящие технологии лечения послеоперационных осложнений торакоабдоминальных хирургических вмешательств, в разы снизившие послеоперационную смертность.

Достижения Б.И. Долгушина в научно-практической и организационной деятельности не оста-

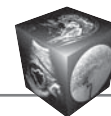
лись незамеченными для профессионального сообщества: Борис Иванович – председатель ученого совета НИИКиЭР, член диссертационных советов, НИИ клинической онкологии, объединенного ученого совета РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАН, член редколлегий журналов “Вестник онкологического научного центра”, “Диагностическая и интервенционная радиология”, “Медицинская визуализация”, “Лучевая диагностика и терапия”, “Саркомы костей, мягких тканей и кожи”, “Поволжский онкологический вестник”, председатель проблемной комиссии “Диагностическая и лечебная интервенционная радиология” Научного совета РАН и Минздрава России, член Российского, Европейского и Североамериканского обществ рентгенологов, президент Национального общества интервенционных онкорadiологов.

Важными вехами в жизни Бориса Ивановича стали также присвоение звания профессор по специальности “онкология” (1997), избрание членом-корреспондентом РАМН по специальности “лучевая диагностика” (2007) и академиком РАН по специальности “онкорadiология” (2017).

Государство и профессиональное сообщество высоко оценило заслуги Бориса Ивановича Долгушина перед отечественным здравоохранением и медицинской наукой: он награжден медалью “В память 850-летия Москвы” (1997), медалью ордена “За заслуги перед Отечеством” II степени (2002), лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники (2001), лауреат премии им. Н.Н. Петрова за лучшую научную работу по онкологии (2009).

Простое перечисление достижений профессора Б.И. Долгушина никоим образом не исчерпывает представлений о нем как о враче, ученом, руководителе, личности: Борис Иванович не менее требователен к себе, чем к подчиненным, в то же время он удивительно добрый, теплый, дружелюбный, мягкий в общении, отзывчивый человек, коллега и друг. Борис Иванович вырастил двух сыновей, один из которых идет по отцовым стопам, в дружной семье Бориса Ивановича подрастают внуки.

**Друзья, коллеги и ученики, редакция журнала от души поздравляют
Бориса Ивановича Долгушина с юбилеем, желают ему доброго здоровья,
долгих лет жизни, дальнейших успехов в активной и плодотворной деятельности
на благо населения страны, отечественного здравоохранения и медицинской науки!**



Требования по оформлению рукописей в соответствии с требованиями ВАК*

* В соответствии с "Едиными требованиями к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы" <http://www.icmje.org/index.html>).

Редакция журнала "Медицинская визуализация" призывает авторов к активному сотрудничеству и просит соблюдать следующие правила.

Представленные в работе данные должны быть оригинальными. Редакция убедительно просит предоставлять текстовый материал на электронном носителе (CD_ROM, DVD_ROM). При этом необходимо придерживаться следующих параметров:

а) на электронных носителях текст представляется в текстовом редакторе Microsoft Word, версия 6,0 и более поздние;

б) текст статьи следует печатать через полтора интервала, все страницы рукописи должны быть пронумерованы;

в) текст на диске должен быть полностью идентичен прилагаемой к нему принтерной распечатке;

г) в текст не включаются иллюстрации или кадровые рамки для указания места размещения иллюстраций в тексте.

Без электронного варианта текста статья к рассмотрению не принимается.

Рукопись статьи должна быть подписана всеми авторами.

На первой странице – виза руководителя учреждения, заверенная печатью. К работе прилагается письмо-сопровождение, подтверждающее передачу прав на публикацию, с указанием, что данный материал не был опубликован в других изданиях, и направление к публикации с экспертным заключением руководителя учреждения об отсутствии в материале сведений, не подлежащих опубликованию.

Схема построения статьи

Титульная страница: заглавие статьи; фамилия и инициалы автора/авторов; полное название учреждения, из которого вышла работа (фамилию руководителя этого учреждения приводить в выходных данных не нужно!).

Заглавие статьи, фамилия и инициалы автора/авторов, название учреждения, по-английски.

Контактная информация: ФИО полностью, почтовый адрес с индексом, название учреждения (если адрес рабочий), телефон, электронная почта (все позиции обязательны!);

контактная информация на английском языке (полный перевод).

Полные данные на каждого автора статьи (например: Иванов Иван Иванович, доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела лучевой диагностики Института рентгенорадиологии).

Полные данные на каждого автора статьи на английском языке (обращаем Ваше внимание: канд. мед. наук и докт. мед. наук переводятся как cand. of med. scie. и doct. of med. scie.)

Аннотация статьи (не менее 200 слов, для оригинальной статьи обязательно имеющая следующую рубрификацию: цель, материал и методы, резуль-

таты/основные идеи статьи, выводы/заключение) на русском и английском языках.

Ключевые слова (3–5) на русском и английском языках.

Содержание статьи: введение; материал и методы; результаты и их обсуждение; выводы.

Список литературы (на отдельной странице).

В списке литературы ссылки на неопубликованные работы не допускаются. В тексте ссылки обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках. Ссылки должны быть пронумерованы строго **по порядку упоминания в тексте**. Если в одних скобках дается ссылка на несколько источников, то они должны быть расположены по мере возрастания годов издания (от наименьшего к наибольшему).

Русскоязычные источники литературы должны быть также представлены на английском языке (фамилии авторов – транслитерация, название статьи/книги – перевод, название книги – перевод, название журнала/издательства – транслитерация).

Фамилии авторов статей представляются в одной из принятых международных систем транслитерации. На сайте <http://www.translit.ru/> нужно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу, используя системы транслитерации.

Название цитируемого российского журнала должно быть написано в романском алфавите, например: Медицинская визуализация. 2008; 1: 72–76, перевод: Meditsinskaya vizualizatsia. 2008; 1: 72–76.

Следует указывать полные выходные данные журнала (год, том, номер) и страницы статьи (2012; 10 (4): 55–65).

При ссылке на книгу обязательны страницы или общее число страниц.

Образец оформления списка литературы (обратите внимание на знаки препинания)

Книги

Рентгеновская компьютерная томография. Руководство для врачей. Под. ред. Г.Е. Труфанова и С.Д. Рудя. С.-Пб.: Фолиант, 2008; 918–928.

X-ray computer tomography. The management for doctors. Ed. G.E. Trufanov and S.D. Rud'. S-Pb.: Foliant, 2008; 918-928.

Балаболкин М. И. Эндокринология. Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Универсум паблишинг, 1998; 416 с.

Balabolkin M.I. Endocrinology. Textbook. 2nd prod. reslave. and additional M.: Universum publishing, 1998; 416 p.

Block P.C., Palacios I.F. Aortic and mitral ballon valvuloplasty: The United States Experience. Textbook of interventional cardiology, 2nd ed. By Topol E. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1990; общее число страниц или страницы.



Статьи

Сельчук В.Ю., Баронин А.А., Филимонюк А.В. Первичные и метастатические опухоли надпочечников. Русский медицинский журнал. 2005; 13: 2–14.

Selchuk V.Yu., Baronin A.A., Filimonyuk A.V. Primary and metastatic adrenal tumors. Russkiy meditsinskiy zhurnal. 2005; 13: 2–14.

Nicolaides K.H. Screening for fetal chromosomal abnormalities: need to change the rules. Ultrasound Obstet. Gynecol. 1994; 4: 353–354.

Указываются все авторы статьи и ее DOI (при наличии).

Диссертации

Правосудов В.В. Дифференциальная лучевая диагностика первичных и вторичных опухолей надпочечников. Автореф. дис. канд. мед. наук. С-Пб., 2002; 28 с.

Pravosudov V.V. Differential radiology diagnosis of primary and secondary tumors of adrenal glands. Avtoref. diss. ... cand. med. scie. St.-Petersburg: 2002; 28 p.

Авторские свидетельства

Симонов Ю.М., Суворов Н.В. Название. 163514 СССР. Б.И. 1986.

Подписи к рисункам даются общим списком (если рисунок имеет несколько подписей (а, б ...), то в подписи сначала должно быть дано общее название, затем ставится двоеточие и даются отдельные подписи к каждой букве (рисунку)).

Иллюстрации должны быть представлены отдельными файлами (одна иллюстрация – один файл). При подготовке иллюстративного материала (рисунки, фотографии) файл предоставляется с расширением TIFF, с разрешением 300 dpi, размер рисунка – не менее 80 x 80 мм.

Авторские обозначения на рисунках (стрелки, цифры, указатели и пр.) должны быть представлены В ОТДЕЛЬНОМ ФАЙЛЕ (*.jpg, *.doc или *.ppt). **Оригинал представляется БЕЗ АВТОРСКИХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.**

На рисунках не должно быть фамилий пациентов и врачей, выполнивших исследование. Каждый рисунок должен иметь подрисовочную подпись, позволяющую понять его суть без обращения к тексту. Подписи к рисункам предоставляются на отдельной странице.

Таблицы нумеруются и последовательно цитируются в тексте. Каждый столбец должен иметь краткий заголовок, пропуски в строках (за отсутствием данных) обозначаются знаком тире. На данные из других источников необходима ссылка. Каждая таблица должна быть напечатана на отдельной странице.

Нельзя повторять одни и те же данные в тексте, таблицах и рисунках.

Все величины, приведенные в статье, должны быть выражены в единицах СИ. Сокращения, используемые в статье, должны быть ограничены общепринятыми стандартами (ГОСТ 7.12–93 для русского и ГОСТ 7.11–78 для иностранных европейских языков), избегая новых без достаточных на то обоснований. Аббревиатуры расшифровываются при первом использовании терминов и остаются неизменными по всему тексту. Сокращения, аббревиатуры в таблице разъясняются в примечании.

Рукописи, оформленные не по правилам, к печати не принимаются.

Статьи, одобренные редакционной коллегией к публикации, выполненные аспирантами по теме диссертационного исследования, печатаются бесплатно.

Статьи направляйте по адресу:

109028 Москва, а/я 16, Издательский дом Видар-М.

Кармазановскому Григорию Григорьевичу

Тел.: (495) 237-37-64, 237-04-54.

E-mail: karmazanovsky@ixv.ru