

# МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

ТОМ 21

Medical Visualization

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

## 6'2017



- МСКТ-волюметрия левого предсердия у пациентов кардиологического профиля
- Лучевые методы в диагностике и стадировании рака желудка
- Адаптация мировых и европейских рекомендаций по эластографии печени для отечественной лучевой диагностики
- Современные технологии лучевой диагностики в определении метастатического поражения тазовых лимфоузлов

[www.vidar.ru](http://www.vidar.ru)  
[www.medvis.vidar.ru](http://www.medvis.vidar.ru)  
[www.medimage.ru](http://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, №6

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

Издатель: ООО “Видар”

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

Первый заместитель главного редактора профессор Н.В. Нуднов

Заместитель главного редактора проф. А.И. Громов

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

### Редакционная коллегия:

Е.А. Ахметов, профессор  
А.В. Араблинский, профессор  
А.В. Борсуков, профессор  
М.В. Вишнякова, профессор  
Б.И. Долгушин, академик РАН  
А.В. Зубарев, профессор  
П.М. Котляров, профессор  
М.В. Кротенкова, д.м.н.  
А.Б. Лукьянченко, профессор  
С.П. Морозов, профессор

Л.П. Орлова, профессор  
С.П. Прокопенко, к.м.н.  
И.Н. Пронин, академик РАН  
А.Ш. Ревшвили, академик РАН  
Н.И. Рожкова, профессор  
В.Е. Сеницын, профессор  
Ю.А. Степанова, д.м.н.  
(ответственный секретарь)  
С.К. Терновой, академик РАН  
И.Е. Тимина, д.м.н.

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

### Редакционный совет:

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

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

По вопросам публикации обращаться по адресу: [karmazanovsky@ixv.ru](mailto: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://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 of the Russian Society of Roentgenologists and Radiologists



## Медицинская визуализация

2017, V. 21, N6

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

**Publisher:** Vidar Ltd.

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

**First Deputy Editor** Professor N.V. Nudnov

**Deputy Chief Editor** Professor A.I. Gromov

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

### Editorial Board:

**E.A. Akhmetov**, Ph.D., Professor  
**A.V. Arablinsky**, Ph.D., Professor  
**A.V. Borsukov**, Ph.D., Professor,  
**M.V. Vishnjakova**, Ph.D., Professor  
**B.I. Dolgushin**, Academician  
**A.V. Zubarev**, Ph.D., Professor  
**P.M. Kotliarov**, Ph.D., Professor  
**M.V. Krotenkova**, Ph.D., Professor  
**A.B. Lukyanchenko**, Ph.D., Professor  
**S.P. Morozov**, Ph.D., Professor

**L.P. Orlova**, Ph.D., Professor  
**S.P. Prokopenko**, Ph.D., Professor  
**I.N. Pronin**, Academician  
**A.Sh. Revishvili**, Academician  
**N.I. Rozhkova**, Ph.D., Professor  
**V.E. Sinitsyn**, Ph.D., Professor  
**Yu.A. Stepanova**, Ph.D., Professor  
(Executive Secretary)  
**S.K. Ternovoy**, Academician  
**I.E. Thimina**, Ph.D., Professor

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

### Editorial Council:

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

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

For inquiries relating to the publication, please contact: [karmazanovsky@ixv.ru](mailto: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](http://www.vidar.ru)**

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

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

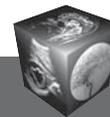
**Editing** T.I. Lukovskaya  
**Designer** O.A. Rychenkova, A.I. Morosova  
**Prepress** Yu.A. Kushel

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

“MEDICAL VIZUALIZATION”

© 2017 Vidar Ltd.

All rights reserved



# Содержание

## Голова и шея

- 6 Современная методика МР-исследования у пациентов с аномалией Арнольда–Киари, ассоциированной с сирингомиелией  
Карпов О.Э., Бронов О.Ю., Ветшев П.С., Зуев А.А.

## Грудная полость

- 13 МСКТ-волюметрия левого предсердия у пациентов кардиологического профиля  
Гурина В.И., Кондратьев Е.В., Кармазановский Г.Г., Хацаюк Е.А.
- 19 Фиброзные изменения миокарда как независимый предиктор нарушения ритма у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией  
Базылев В.В., Карпунин В.Г., Микуляк А.И., Палькова В.А.
- 25 Неврологическая симптоматика как проявление врожденной аномалии развития сосудов артериальной и венозной систем (клиническое наблюдение)  
Тюнибабян А.И., Мухин А.А.

## Брюшная полость

- 30 Лучевые методы в диагностике и стадировании рака желудка  
Солодкий В.А., Нуднов Н.В., Чхиквадзе В.Д., Гончаров С.В., Барышникова Д.В., Грунин И.Б., Сидорова Е.В., Мнацаканова И.В.
- 41 Восьмое издание Международной TNM-классификации злокачественных опухолей печени  
Щеголев А.И., Туманова У.Н., Кармазановский Г.Г.
- 49 Оценка эффективности лечения новообразований печени по данным КТ и МРТ: дорожная карта для врача лучевой диагностики  
Федаш А.В., Ломовцева К.Х., Кондратьев Е.В., Блохин И.А., Гальчина Ю.С.
- 63 Адаптация мировых и европейских рекомендаций по эластографии печени для отечественной лучевой диагностики  
Борсуков А.В.
- 72 Возможность визуализации распределения в организме человека аутологичных мезенхимальных клеток, введенных в артериальное русло печени  
Коткас И.Е., Асадулаев Ш.М., Енукашвили Н.И., Марченко Н.В.

- 76 Распространенное альвеококковое поражение печени с вовлечением нижней полой вены (клиническое наблюдение)  
Ашивкина О.И., Степанова Ю.А., Жаворонкова О.И., Гаврилов Я.Я., Яшина Н.И., Ионкин Д.А., Андрейцева О.И., Икрамов Р.З., Журенкова Т.В.

- 88 Клиническое наблюдение уротелиальной карциномы с имплантационными метастазами  
Степанова Ю.А., Морозова М.В., Теплов А.А., Гришкевич А.А., Пьяникин С.С., Зотиков А.Е., Дунаев С.А., Яшина Н.И., Ратникова Н.К.

## Малый таз

- 100 Современные технологии лучевой диагностики в определении метастатического поражения тазовых лимфоузлов  
Диомидова В.Н., Ефимова О.А.

## Поверхностные органы

- 109 Выявление оккультного рака молочной железы методом автоматической объемной сонографии (ABVS)  
Ефремова М.П., Гаждонова В.Е., Бачурина Е.М.

## Контрастные средства

- 118 Неионные низкоосмолярные мономерные йодированные рентгеноконтрастные средства: некоторые аспекты использования при проведении компьютерной томографии у детей  
Кондрашов И.А., Мандал В.

## Новые технологии

- 130 Динамический фантом для моделирования потоков при МР-ангиографии  
Петрайкин А.В., Сергунова К.А., Семенов Д.С., Ахмад Е.С., Ким С.Ю., Громов А.И., Морозов С.П.

## Информация

- 140 Рецензия на книгу  
Котляров П.М., Солодкий В.А.  
Магнитно-резонансная томография поясничного отдела позвоночника после задних декомпрессивных операций



## *Head and neck*

- 6 Modern Technique of MRI Studies in Patients with Chiari Malformation Associated with Syringomyelia**  
Karpov O.E., Bronov O.Yu., Vetshev P.S., Zuev A.A.

## *Thorax*

- 13 MDCT Evaluation of Left Atrial Volume in Patients with Cardiac Diseases**  
Gurina V.I., Kondrat'ev E.V., Karmazanovsky G.G., Khatsayuk E.A.
- 19 Fibrotic Changes in the Myocardium as an Independent Predictor of Rhythm Disturbance in Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy**  
Bazylev V.V., Karpukhin V.G., Mikulyak A.I., Palkova V.A.
- 25 Neurological Symptoms as a Showcase of the Inborn Anomaly in a Development of the Arterial and Venous Vessels (Case Report)**  
Tyunibabyan A.I., Mukhin A.A.

## *Abdomen*

- 30 Radiation Methods in Diagnostic and Staging of Stomach Cancer**  
Solodkiy V.A., Nudnov N.V., Chkhikvadze V.D., Goncharov S.V., Baryshnikova D.V., Grunin I.B., Sidorova E.V., Mnatsakanova I.V.
- 41 Eighth Edition of the International TNM Classification of Malignant Tumors of the Liver**  
Shchegolev A.I., Tumanova U.N., Karmazanovsky G.G.
- 49 Treatment Response Evaluation in Hepatic Tumors using CT and MRI: Road Map for Radiologist**  
Fedash A.V., Lomovtseva K.H., Kondrat'ev E.V., Blohin I.A., Galchina Yu.S.
- 63 Adaptation of the World and European Recommendations on Liver Elastography for Domestic Radiology**  
Borsukov A.V.

- 72 Possibility of Visualization of Distribution in Human Body of Autologous the Mesenchymal Cells Entered into Arterial System of Liver**  
Kotkas I.E., Asadulayev Sh.M., Erukashvili N.I., Marchenko N.V.

- 76 Disseminated Liver Alveococcosis with Involving the Lower Villa of Vienna (Clinical Case)**  
Ashivkina O.I., Stepanova Yu.A., Zhavoronkova O.I., Gavrilov Ya.Ya., Yashina N.I., Ionkin D.A., Andreytseva O.I., Ikramov R.Z., Zhurenkova T.V.

- 88 Clinical Case of Urethelial Carcinoma with Implantation Metastasis**  
Stepanova Yu.A., Morozova M.V., Teplov A.A., Gritskevich A.A., Pyanikin S.S., Zotikov A.E., Dunaev S.A., Yashina N.I., Ratnikova N.K.

## *Small pelvis*

- 100 Modern Radiodiagnosics Technology of Metastases in Pelvic Lymph Nodes**  
Diomidova V.N., Efimova O.A.

## *Superficial organs*

- 109 Evaluation of Occult Breast Cancer with Automated Breast Volume Sonography (ABVS)**  
Efremova M.P., Gazhonova V.E., Bachurina E.M.

## *Contrast media*

- 118 Nonionic Low-Osmolar Monomeric Iodinated Contrast Material: Some Aspects of use for Computed Tomography in Children**  
Kondrashov I.A., Mandal V.

## *New technologies*

- 130 Dynamic Phantom for Flow Model in Magnetic Resonance Angiography**  
Petraikin A.V., Sergunova K.A., Semenov D.S., Akhmad E.S., Kim S.Yu., Gromov A.I., Morozov S.P.

## *Information*

- 140 Book Review**  
Kotlyarov P.M., Solodkiy V.A.  
Magnetic resonance imaging of the lumbar spine after the posterior decompression operations

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: 10.24835/1607-0763-2017-6-6-12

## Современная методика МР-исследования у пациентов с аномалией Арнольда–Киари, ассоциированной с сирингомиелией

Карпов О.Э., Броннов О.Ю. \*, Ветшев П.С., Зюев А.А.

ФГБУ “Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова” Минздрава России, Москва, Россия

## Modern Technique of MRI Studies in Patients with Chiari Malformation Associated with Syringomyelia

Karpov O.E., Bronov O.Yu. \*, Vetshev P.S., Zuev A.A.

Pirogov's National Medical-Surgical Center, Moscow, Russia

**Цель исследования:** изучить основные характеристики изменений, выявляемых при МРТ у пациентов с сирингомиелией, ассоциированной с аномалией Киари I; сравнить МРТ-картину до и после оперативного вмешательства.

**Материал и методы.** За период с 2015 по 2016 г. были проведены исследования у 70 пациентов с сирингомиелией как до, так и после оперативного вмешательства.

**Результаты.** По результатам исследований практически полный регресс сирингомиелической полости отмечается у 11 (16%) пациентов, уменьшение в размерах сирингомиелической полости, увеличение объема передних и задних ликворных пространств – у 50 (71%) пациентов. Размеры сирингомиелической полости не изменились у 9 (13%) пациентов.

**Выводы.** Применение современного протокола МРТ позволяет оценить отдаленные последствия оперативного лечения у пациентов с аномалией Арнольда–Киари, ассоциированной с сирингомиелией, и определить дальнейший прогноз при данной патологии.

**Ключевые слова:** аномалия Арнольда–Киари, сирингомиелия, ликвородинамика, фазово-контрастное исследование, магнитно-резонансная томография.

**Ссылка для цитирования:** Карпов О.Э., Броннов О.Ю., Ветшев П.С., Зюев А.А. Современная методика МР-исследования у пациентов с аномалией Арнольда–Киари, ассоциированной с сирингомиелией. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 6–12. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-6-12.

\*\*\*

**Objective:** to study the basic characteristics of changes revealed by MRI in patients with syringomyelia associated

with Chiari malformations type I before and after surgery.

**Materials and methods.** MRI was performed in 70 patients with syringomyelia before and after surgery in period from 2015 to 2016.

**Results.** There was almost complete regression of syringomyelia cavity in 11 (16%) patients. The reduction in size of syringomyelia cavity was in 50 (71%) patients. Size of syringomyelia cavity has not changed in 9 (13%) patients.

**Conclusions.** The use of modern MRI Protocol allows to evaluate the long-term consequences of surgical treatment in patients with Chiari malformation associated with syringomyelia and to evaluate further the prognosis of this disease.

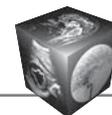
**Key words:** Chiari malformation, syringomyelia, CSF flow, liquorodynamics, MRI.

**Recommended citation:** Karpov O.E., Bronov O.Yu., Vetshev P.S., Zuev A.A. Modern Technique Of MRI Studies in Patients with Chiari Malformation Associated with Syringomyelia. *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 6–12. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-6-12.

\*\*\*

### Введение

Впервые термин “сирингомиелия” в 1827 г. ввел французский врач Шарль-Проспер Оливье д’Анжэр (Charles-Prosper Ollivier d’Angers). Этим термином он обозначил кистозные расширения, выявленные по ходу центрального канала в спинном мозге [1, 2]. В настоящее время под сирингомиелией (сирингогидромиелией) понимают продольно ориентированные скопления цереброспинальной или идентичной ей жидкости, ассоцииро-



ванные с глиозом спинного мозга. Еще одним термином для понимания процесса формирования сирингомиелии необходимо обозначить аномалию Киари, впервые описанную австрийским патологоанатомом Гансом Киари в 1891 г. [3]. Аномалия Киари – это дислокация в каудальном направлении миндалин мозжечка через большое затылочное отверстие. В 70% случаев аномалия Киари сочетается с сирингомиелией [3, 4].

Существуют различные теории, указывающие на связь патологического давления цереброспинальной жидкости при аномалии Киари и развития сирингомиелии. В 1965 г. W.J. Gardner выдвинул гидродинамическую теорию (“water-hammer effect”), которая стала наиболее популярной. Согласно ей, из-за повышенного давления цереброспинальной жидкости и воздействия ее пульсовой волны по типу “ударов” от уровня IV желудочка и большой затылочной цистерны формируются полости внутри центрального канала [5]. Также в 2010 г. J.D. Heiss и соавт. продемонстрировали интраоперационно, что миндалины мозжечка действуют как поршень, закрывая субарахноидальное пространство, двигаясь совместно с движением камер сердца [4]. Таким образом, ритмично двигаясь, миндалины мозжечка способствуют нарушению ликвородинамики и являются дополнительной причиной возникновения полостей. Эти исследования были также подтверждены при магнитно-резонансной томографии (МРТ) в кинорежиме [3–5].

Для полноценного понимания патологического процесса при сирингомиелии, ассоциированной с аномалией Киари, и их диагностики в настоящее время имеются следующие понятия кистозных изменений спинного мозга [6]:

1) *гидромиелия* – расширение центрального канала, которое может встречаться в норме;

2) *сирингомиелия* – полостные расширения спинного мозга, которые распространяются в латеральном направлении. Кисты могут не иметь связи с центральным каналом;

3) *сирингобульбия* – киста, распространяющаяся до уровня продолговатого мозга.

Симптомами сирингомиелии являются: боль в спине и в области шеи, парестезии, слабость в верхних и нижних конечностях, сколиоз, нарушение чувствительности (чаще поверхностной), неустойчивость или спастическая походка, гиперактивные рефлексы, рефлексы Бабинского и Хоффмана, клонусы, атрофия рук и др. [6].

Нейровизуализация играет важную роль в постановке диагноза аномалии Киари и сирингомиелии, выявлении их причин и определении дальнейшей тактики лечения. Первоначально для исследования использовали контрастную КТ-миелографию, так как при обычной КТ, выполняемой рутинно для исключения острых состояний, можно легко пропустить аномалию Киари. В настоящее время стандартом для исследования является МРТ головного и спинного мозга, а также изучение ликвородинамики с помощью ЭКГ-синхронизации (фазово-контрастное МР-исследование в кинорежиме). Исследование заключается в оценке влияния систолы и диастолы на пульсацию цереброспинальной жидкости [6–9].

По данным МРТ выделяют несколько типов аномалии Киари [9–14]:

- Мальформация Киари 0 – наличие клинической картины без фактического опущения миндалин мозжечка ниже большого затылочного отверстия и затруднение ликвородинамики в области большого затылочного отверстия. При этом симптоматика возникает вследствие нарушения ликвородинамики.

- Мальформация Киари I – это опущение миндалин ниже 5 мм у пациентов старше 15 лет, а у пациентов младше 15 лет опущение миндалин более 6 мм. При наличии сирингомиелии и опущении миндалин от 3 до 5 мм может рассматриваться как “пограничная мальформация Киари I”, что в большинстве случаев не требует никакого лечения.

**Для корреспонденции\*:** Бронов Олег Юрьевич – 105203 Москва, Нижняя Первомайская, д. 70. НМХЦ им. Н.И. Пирогова. Тел.: +7-499-464-42-54, +7-916-024-19-34. E-mail: bronovOU@pirogov-center.ru

**Карпов Олег Эдуардович** – член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, генеральный директор ФГБУ “Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова” МЗ РФ, Москва; **Бронов Олег Юрьевич** – канд. мед. наук, доцент, заведующий отделением рентгенологии ФГБУ “Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова” МЗ РФ, Москва; **Ветшев Петр Сергеевич** – доктор мед. наук, профессор, советник по клинической и научной работе ФГБУ “Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова” МЗ РФ, Москва; **Зув Андрей Александрович** – канд. мед. наук, доцент, заведующий отделением нейрохирургии №2 ФГБУ “Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова” МЗ РФ, Москва.

**Contact\*:** Oleg Yu. Bronov – 105203, Nizhnaya Pervomaiskaya, 70, Moscow. Pirogov’s National Medical-Surgical Center. Phone: +7-499-464-42-54, +7-916-024-19-34. E-mail: bronovOU@pirogov-center.ru

**Oleg E. Karpov** – corresponding member of RAS, doct. of med. sci., professor, Director of Pirogov’s National Medical Surgical Center, Moscow; **Oleg Yu. Bronov** – cand. of med. sci., head of the radiology department of Pirogov’s National Medical Surgical Center, Moscow; **Petr S. Vetshev** – doct. of med. sci., professor, vice director of Pirogov’s National Medical Surgical Center, Moscow; **Andrey A. Zuev** – cand. of med. sci., head of the neurosurgical department №2 of Pirogov’s National Medical Surgical Center, Moscow.



- Мальформация Киари 1,5 – опущение миндалин мозжечка с пролабированием ствола мозга и IV желудочка в затылочное отверстие.

- Мальформация Киари II – опущение червя мозжечка в верхний цервикальный канал, практически всегда связанное с поясничным миеломенингецеле. Удлинение моста, среднего мозга и IV желудочка. В 70% случаев встречаются цервикомедулярный кинкинг, агенезия мозолистого тела, в 50% – сирингомиелия.

- Мальформация Киари III – выпячивание структур задней черепной ямки через большое затылочное отверстие в верхний цервикальный канал, часто совмещенное с миелоцистоцеле или энцефалоцеле.

- Мальформация Киари IV – агенезия или гипоплазия миндалин мозжечка.

### Цель исследования

Изучить основные характеристики изменений, выявляемых при МРТ у пациентов с сирингомиелией, ассоциированной с аномалией Киари I; сравнить МРТ-картину до и после оперативного вмешательства.

### Материал и методы

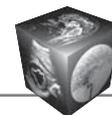
За период с 2015 по 2016 г. были проведены исследования у 70 пациентов с сирингомиелией как до, так и после оперативного вмешательства.

Все МР-исследования выполняли на магнитно-резонансном томографе Siemens Skyra 3,0 Тл

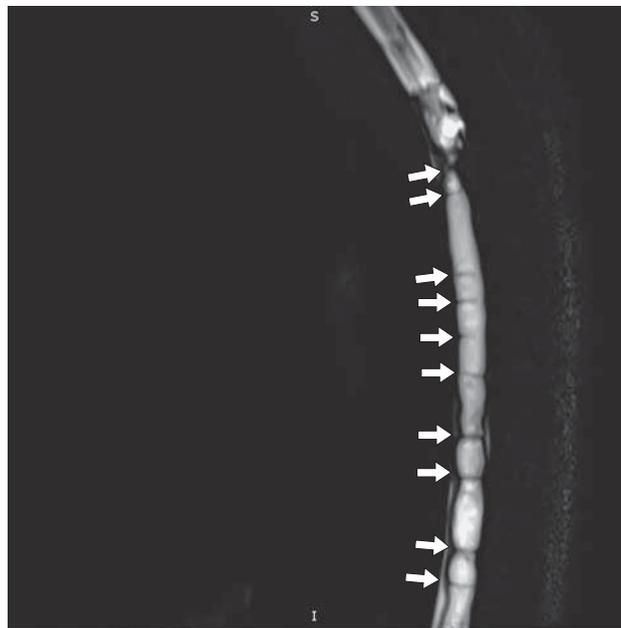
с последующей обработкой на рабочей станции Siemens. Для визуализации ликвора использовалась МР-миелография (TR = 4500, TE = 1500). Адгезивные процессы в позвоночном канале и спинном мозге при МРТ выявлялись при выполнении T2-взвешенных изображений (T2ВИ, TR = 2800 мс, TE = 86 мс, FA = 160°, толщина среза 2 мм) в виде наличия линейных или сходных по форме утолщений арахноидальной оболочки на нижних границах расширенных полостей спинного мозга. Также для оценки движения ликвора, наличия спаечного процесса на уровне арахноидальной оболочки и наличия перегородок внутри полости использовалась последовательность *balanced steady-state free precision (bSSFP, TrueFISP)*. Параметры последовательности: TR = 46,7 мс, TE = 1,7 мс, 20 сердечных циклов. Кроме того, пациентам выполнялись T1ВИ в сагиттальной плоскости (T1ВИ, TR = 650 мс, TE = 8,5 мс, FA = 160°, толщина среза 3 мм). Далее выполняли исследование в сагиттальной плоскости с фазово-контрастной синхронизацией по пульсовой волне (сагиттальная плоскость, толщина среза 6 мм, TR = 23,68 мс, TE = 7,78 мс, скорость 6, 10 см/с). После получения сагиттальных изображений и выявления сирингомиелических полостей и при наличии утолщений арахноидальной оболочки, нарушения ликвородинамики по данным сагиттальной фазово-контрастной последовательности выполняли исследование в аксиальной плоскости на этих уровнях.



**Рис. 1.** Сирингомиелическая полость при МРТ в различных режимах. а – T2ВИ, сагиттальная плоскость. Сирингомиелия в грудном отделе спинного мозга (стрелки); б – T1ВИ, тот же уровень (стрелки).



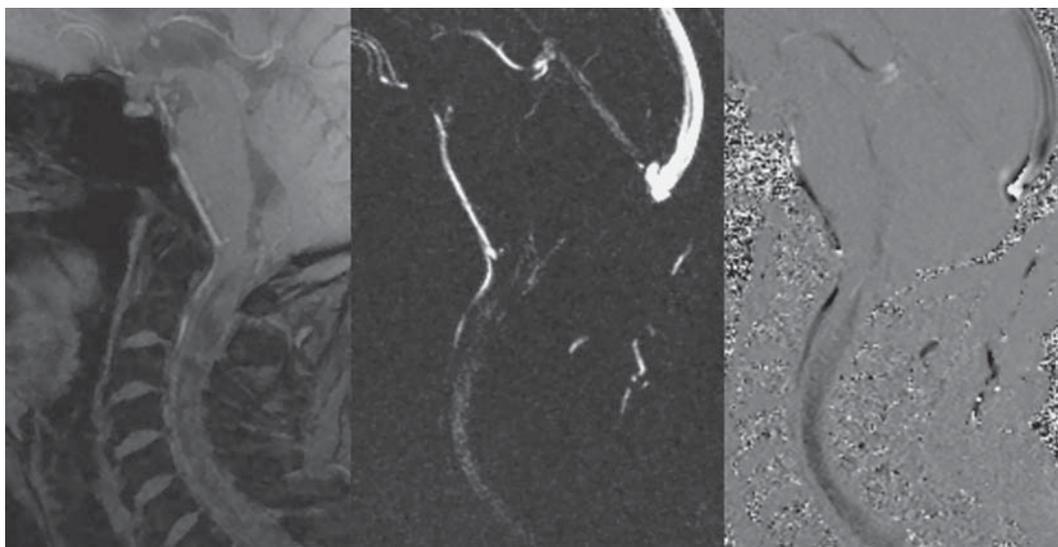
**Рис. 2.** МР-томограмма, T2ВИ, сагиттальная плоскость. Гигантская сирингомиелическая киста в грудном отделе спинного мозга (стрелки).



**Рис. 3.** МР-миелограмма, сагиттальная плоскость. В грудном отделе позвоночника определяется полость, заполненная ликвором, в центральном канале спинного мозга разделенная множественными перетяжками (стрелки).

У большинства пациентов при подозрении на сирингомиелию первоначально выполняли T2- и T1ВИ (рис. 1, 2) в сагиттальной плоскости от уровня краниовертебрального перехода до уровня пояснично-крестцового отдела позвоночника. При выявлении расширения центрального канала проводили МР-миелографию в сагиттальной плоскости (рис. 3).

У 23 пациентов при выявлении расширения центрального канала от уровня краниовертебрального перехода выполняли фазово-контрастное исследование в сагиттальной плоскости (рис. 4). Целью исследования была локализация участков со сниженным или отсутствующим ликворооттоком в случаях необходимости прогнозирования и подбора дальнейшей лечебной тактики.



**Рис. 4.** МР-томограмма, сагиттальная плоскость. Стандартное фазово-контрастное исследование.



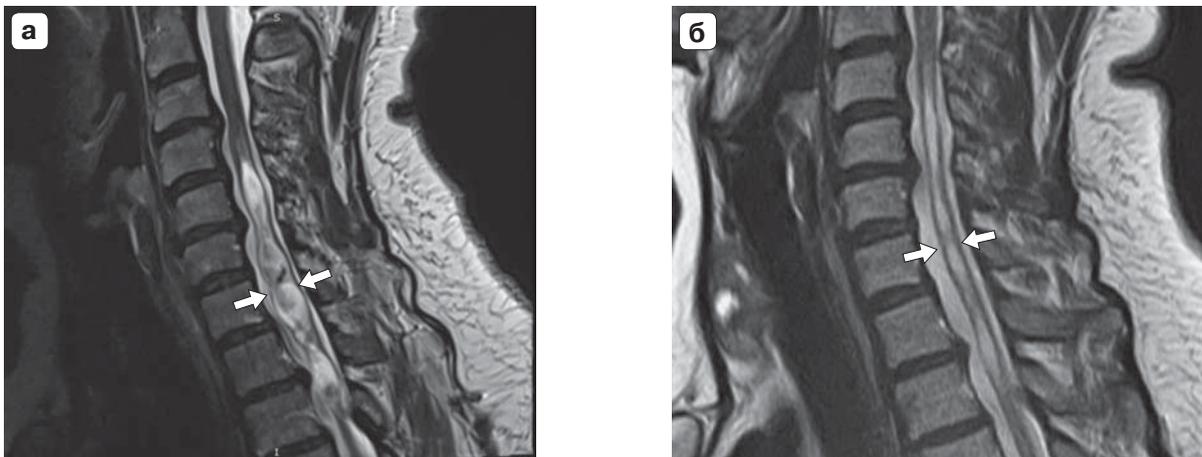
Параметры обработки полученных данных:

- 1) описать основные изменения, выявляемые при МРТ у пациентов с сирингомиелией, ассоциированной с аномалией Киари I;
- 2) определить возможные дополнительные последовательности при МРТ с целью оценки состояния сирингомиелической полости;
- 3) описать основные различия, выявляемые при МРТ у пациентов с сирингомиелией, ассоциированной с аномалией Киари I, до оперативного вмешательства и после;
- 4) создать протокол контрольного МРТ-исследования у пациентов с сирингомиелией, ассоци-

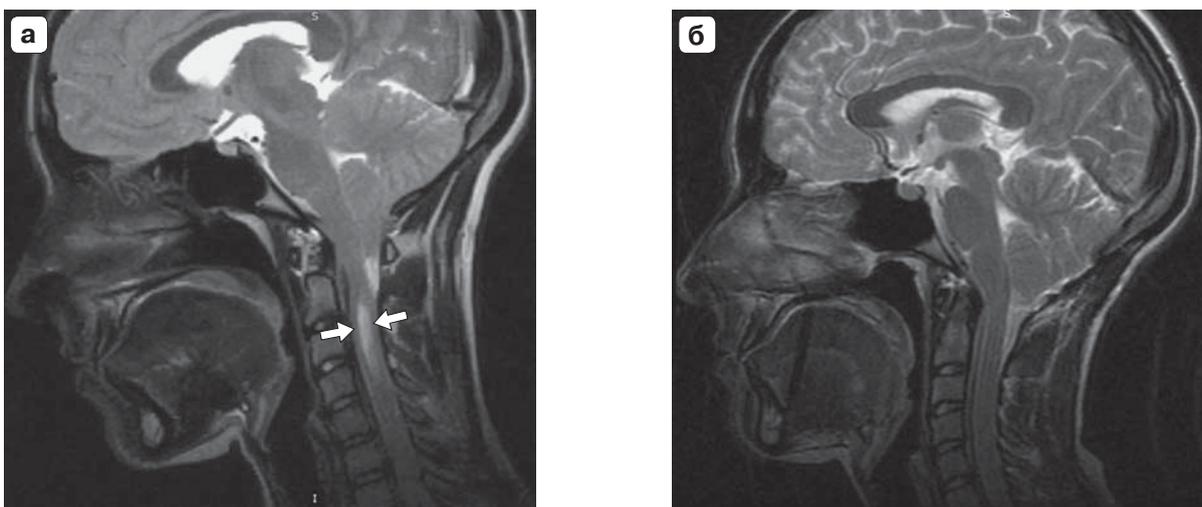
ированной с аномалией Киари I, после оперативного вмешательства.

## Результаты

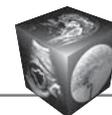
Для предоперационного планирования были проанализированы данные 70 пациентов, у которых выявляли сирингомиелию, ассоциированную с аномалией Киари I типа. Всем пациентам были выполнены стандартные последовательности при МРТ-исследовании. Для оценки опущения миндалин проводили линию между опистионом и базионом (линия МакРея) и измеряли опущение миндалин мозжечка, у 100% пациентов значения были



**Рис. 5.** Сирингомиелическая полость на МР-томограммах до и после оперативного вмешательства. а – Т2ВИ, выполненное перед оперативным вмешательством, сагиттальная плоскость. Стрелками указана сирингомиелическая полость, занимающая практически весь объем позвоночного канала; б – Т2ВИ, выполненное после оперативного вмешательства, сагиттальная плоскость. Стрелками указано значительное уменьшение сирингомиелической полости и расширение переднего дурального пространства.



**Рис. 6.** Сирингомиелическая полость на МР-томограммах до оперативного вмешательства и через 4 мес после него. а – Т2ВИ, сагиттальная плоскость. Наличие сирингомиелической полости до оперативного вмешательства в шейном отделе спинного мозга (стрелки); б – Т2ВИ, сагиттальная плоскость. Послеоперационный контроль через 4 мес, отсутствие сирингомиелической полости.



более 5 мм. Также использовалась линия Чемберлена, соединяющая заднюю часть твердого неба и опистион, при этом верхушка зубовидного отростка С<sub>II</sub>-позвонка находится на уровне линии или выше, но не более чем на 3 мм. По данным сагиттальной Т2ВИ определяли уровень распространения сирингомиелической полости – у 74,2% пациентов было выявлено распространение на поясничный и/или грудной отдел позвоночника. Сагиттальные размеры сирингомиелической полости у таких пациентов были более 2 мм. У 23 пациентов были выполнены исследования фазово-контрастной МРТ как в сагиттальной, так и в аксиальной плоскости. Сагиттальная фазово-контрастная последовательность помогала в визуальной оценке блока. Нарушения ликвородинамики также проявлялись и на стандартных Т2ВИ в виде снижения интенсивности сигнала либо наличия неоднородного сигнала от ликвора у всех пациентов.

У пациентов до оперативного вмешательства оценивали протяженность сирингомиелической полости, наличие спаек в ее просвете (рис. 5, а, б, а), остаточные размеры переднего и заднего ликворного пространств. Одной из особенностей в оценке сирингомиелической полости была попытка оценить наличие спаечного процесса по сагиттальным Т2ВИ. Перед оперативным вмешательством оценивался индекс Вакуэро (Vaquero), который определялся отношением наибольшего расширения сирингомиелической полости к ширине позвоночного канала на этом уровне [15].

После оперативного вмешательства у пациентов проводилось контрольное исследование (рис. 5, б, б, б), при котором выполнялись все стандартные последовательности и лишь в 4 случаях фазово-контрастное исследование с целью оценки ликвородинамики. По результатам исследований у 11 (16%) пациентов отмечается практически полный регресс сирингомиелической полости, у 50 (71%) пациентов – уменьшение в размерах сирингомиелической полости, увеличение объема передних и задних ликворных пространств. Размеры сирингомиелической полости не изменились у 9 (13%) пациентов.

## Обсуждение

В настоящее время в связи с появлением все большего количества центров лучевой диагностики своевременная и точная диагностика сирингомиелии, ассоциированной с аномалией Киари, не представляет сложности, однако не снижает количества случаев гипердиагностики. Знание классификации аномалии Киари, а также выполнение

только стандартной МРТ позволяет оценить наличие сирингомиелической полости, положение миндалин мозжечка и, таким образом, свести диагностические ошибки к минимуму. После проведения оперативного вмешательства таким пациентам необходимо выполнять дальнейший контроль, исходя из рекомендаций нейрохирургов. При оценке, а также прогнозировании хирургической тактики достаточно качественной визуальной оценки ликвородинамики.

При сопоставлении полученных результатов с данными исследований J.D. Heiss и соавт. [4], A.J. Barkovich [7], J. McVige и J. Leonardo [8], V. Haughton и K.A. Mardal [9], подтверждена целесообразность и информативность представленного метода МР-диагностики в распознавании сирингомиелии, ассоциированной с аномалией Киари, а также оценке послеоперационной динамики заболевания. Таким образом была подтверждена эффективность использования следующих видов исследований при сирингомиелии: 1) МРТ головного мозга – для оценки опущения миндалин мозжечка на уровне основания черепа, исключения другой внутричерепной патологии, исключения платибазии, менингоцеле; 2) МРТ спинного мозга – для оценки наличия сирингомиелии, исключения различных скелетных аномалий; 3) использование фазово-контрастной МРТ для качественной и, редко, количественной ликвородинамики.

## Выводы

Использование МР-исследования при сирингомиелии позволяет оценить протяженность сирингомиелической полости по данным сагиттальных Т1- и Т2ВИ, МР-миелографии; фазово-контрастное исследование с синхронизацией по пульсу позволяет оценить участки снижения и/или отсутствия тока ликвора. Также важно отметить, что использование True-FISP последовательности дает возможность оценить в кинорежиме влияние адгезивных изменений на ток ликвора относительно сердечного цикла. К тому же применение перечисленных методик позволяет оценить отдаленные последствия оперативного лечения и дальнейший прогноз при данной патологии.

## Список литературы / References

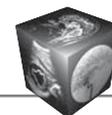
1. Schijman E. History, anatomic forms, and pathogenesis of Chiari I malformations. *Child's Nervous System*. 2004; 5: 323–328.
2. Богданов Э.И. Сирингомиелия. *Неврологический журнал*. 2005; 6: 4–11.  
Bogdanov E.I. Siringomieliya. *Nevrologicheskiy zhurnal*. 2005; 6: 4–11. (In Russian)



3. Rai S.K.R., Rai P.S.K. Volume change theory for syringomyelia: A new perspective. *Asian J. Neurosurg.* 2010; 4: 245–251.
4. Heiss J.D., Suffredini G., Smith R., DeVroom H.L., Patronas N.J., Butman J.A., Thomas F., Oldfield E.H. Pathophysiology of persistent syringomyelia after decompressive craniocervical surgery: Clinical article. *J. Neurosurg. Spine.* 2010; 13 (6): 10.
5. Gardner W., Goodall R. The Surgical Treatment of Arnold-Chiari Malformation in Adults. *J. Neurosurg.* 1950; 7 (3): 199–206.
6. Hadley D.M. The Chiari malformations. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr.* 2002; 72 (Suppl. 2): 38–40.
7. Barkovich A.J. Pediatric neuroimaging. 4th ed. Philadelphia: Lippincott, 2005. 932 p.
8. McVige J., Leonardo J. Imaging of Chiari Type I Malformation and Syringohydromyelia. *Neurologic Clinics.* 2014; 32 (1): 95–126.
9. Haughton V., Mardal K.A. Spinal Fluid Biomechanics and Imaging: An Update for Neuroradiologists. *Am. J. Neuroradiol.* 2014; 35 (10): 1864–1869.
10. Barkovich A.J., Wippold F.J., Sherman J.L. et al. Significance of cerebellar tonsillar position on MR. *Am. J. Neuroradiol.* 1986; 7: 795–799.
11. Mikulis D.J., Diaz O., Egglin T.K., Sanchez R. Variance of the position of the cerebellar tonsils with age: preliminary report. *Radiology.* 1992; 183: 725–728.
12. Milhorat T.H., Johnson R.W., Milhorat R.H., Capocelli A.L., Pevsner P.H. Clinicopathological correlations in syringomyelia using axial magnetic resonance imaging. *Neurosurgery.* 1995; 37 (2): 206–213.
13. Royo-Salvador M.B., Solé-Llenas J., Doménech J.M., González-Adrio R. Results of the section of the filum terminale in 20 patients with syringomyelia, scoliosis and Chiari malformation. *Acta Neurochir. (Wien).* 2005; 147 (5): 515–523.
14. Massimi L., Novegno F., di Rocco C. Chiari type I malformation in children. *Adv. Tech. Stand. Neurosurg.* 2011; 37: 143–211.
15. Vaquero J., Martínez R., Arias A. Syringomyelia-Chiari complex: magnetic resonance imaging and clinical evaluation of surgical treatment. *J. Neurosurg.* 1990; 73: 64–68.

Поступила в редакцию 05.12.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 05.12.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-13-18

## МСКТ-волюметрия левого предсердия у пациентов кардиологического профиля

Гурина В.И.\* , Кондратьев Е.В., Кармазановский Г.Г., Хацаюк Е.А.

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

## MDCT Evaluation of Left Atrial Volume in Patients with Cardiac Diseases

Gurina V.I.\* , Kondrat'ev E.V., Karmazanovsky G.G., Khatsayuk E.A.

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

Левое предсердие (ЛП) обеспечивает наполнение левого желудочка (ЛЖ), исполняя роль резервуара, кондукта, а также насосную функцию в разные фазы сердечного цикла. Размер ЛП напрямую зависит от диастолической дисфункции ЛЖ и отражает степень ее выраженности. Диастолическая дисфункция развивается на фоне ряда сердечно-сосудистых заболеваний. Таким образом, увеличение объема ЛП может являться индикатором различных кардиологических патологий.

**Цель исследования:** определить степень изменения волюметрических показателей ЛП, измеренных по данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ), у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС), артериальной гипертензией (АГ) и фибрилляцией предсердий (ФП), а также оценить возможную роль измерения объема ЛП для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний и прогнозирования их течения.

**Материал и методы.** 67 пациентам (средний возраст 61 год, 66% – мужчины, 34% – женщины) было проведено МСКТ-исследование сердца с ретроспективной синхронизацией по ЭКГ на компьютерном томографе Philips Ingenuity 64 core. Данные МСКТ использованы для построения 3D-модели ЛП с дальнейшим подсчетом его объема. Проведена корреляция между объемом ЛП и имеющимися клиническими данными о наличии сердечно-сосудистых патологий.

**Результаты.** У пациентов без сердечно-сосудистых патологий объем ЛП составил  $92 \pm 15$  мл. В группе пациентов с подтвержденной ИБС отмечалось увеличение объема ЛП до  $96,1 \pm 17$  мл ( $p = 0,535$ ). В группе пациентов с изолированной ФП отмечалось увеличение объема на 30% – до  $118 \pm 31$  мл ( $p = 0,03$ ) по сравнению с двумя предыдущими. В группах, где у пациентов наблюдалась ФП в сочетании с другими сердечно-сосудистыми заболеваниями, отмечалась тенденция к большему увеличению объема по сравнению с группой пациентов с изолированной ФП.

**Заключение.** Объем ЛП и индексированный объем ЛП являются достоверными индикаторами наличия сер-

дечно-сосудистых заболеваний. Резкое увеличение объема (на 30%) отмечается в группе пациентов с изолированной ФП по сравнению с группами пациентов без заболеваний и с ИБС. При сочетании ФП с ИБС и АГ отмечалась тенденция к прогрессирующему увеличению объема ЛП.

С учетом полученных данных увеличение объема ЛП может быть маркером субклинического течения сердечно-сосудистых заболеваний, а также служить для прогнозирования риска возникновения ФП у пациентов, которым выполняют КТ-исследование сердца, грудной клетки, коронарных артерий с ЭКГ-синхронизацией по поводу других состояний. Кроме того, объем ЛП может быть использован как диагностический фактор прогрессии сердечно-сосудистого заболевания при динамическом наблюдении пациентов.

**Ключевые слова:** объем левого предсердия, МСКТ, фибрилляция предсердий, ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия, индексированный объем левого предсердия.

**Ссылка для цитирования:** Гурина В.И., Кондратьев Е.В., Кармазановский Г.Г., Хацаюк Е.А. МСКТ-волюметрия левого предсердия у пациентов кардиологического профиля. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 13–18. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-13-18.

\*\*\*

Left atrium (LA) modulates left ventricular (LV) filling by performing reservoir, conduit and contractile function in different phases of cardiac cycle. The size of LA depends on LV diastolic dysfunction and reflects its intensity. Diastolic dysfunction develops on a background of a number of cardiovascular diseases. Taking in consideration the above, an augmentation of LA can be an indicator of different cardiac pathologies.

**Purpose:** to determine the significance of volumetric parameters of the left atrium, using multispiral computed tomography with contrast enhancement in patients with



coronary heart disease (CHD), arterial hypertension (AH) and atrial fibrillation (AF). Also to assess the possible role of LA volumetric indexes for the diagnosis of cardiovascular diseases and predicting their course.

**Materials and methods.** In 67 patients (mean age 61, 66% male, 34% female) MDCT scan of the heart with retrospective ECG synchronization on a Philips Ingenuity 64 core computer tomograph was performed. Using obtained data, a 3D model of LA was constructed with further calculation of its volumetric parameters. Subsequently volumetric parameters of LA were correlated with clinical data.

**Results.** In patients without cardiovascular pathological conditions volume of LP was  $92 \pm 15$  ml. In the group of patients with CHD the volume of LA was increased to  $96.1 \pm 17$  ml ( $p = 0.535$ ). In the group of patients with isolated AF, increase in volume by 30% to  $118 \pm 31$  ml ( $p = 0.03$ ) was observed. In the group of patients with AF in combination with other cardiovascular pathologies, there was a tendency to progressive increase of the volume, in comparison with the group of patients with isolated AF.

**Conclusion.** Volume of LA and indexed volume of LA are reliable indicators of the presence of cardiovascular diseases. Volume of LA in patients with CHD was increased in comparison with normal values. Sharp increase in volume (by 30%) was observed in the group of patients with isolated AF in comparison with control group. In the group of patients where AF was combined with CHD and AH, tendency for a progressive increase of LA volume observed.

Taking into account the obtained data, augmentation of LA volume can be a marker of subclinical course of cardiovascular diseases and be a predictor of AF development in patients, who passed CT examination of the heart, thorax, coronary arteries with ECG synchronization for other medical conditions. In addition, the volume of LA can be used as a diagnostic factor of progression of the diseases in the course of patients follow-up.

**Key words:** left atrium volume, MDCT, atrial fibrillation, ischemic heart disease, arterial hypertension, left atrium volume index.

**Recommended citation:** Gurina V.I., Kondrat'ev E.V., Karmazanovsky G.G., Khatsayuk E.A. MDCT Evaluation of Left Atrial Volume in Patients with Cardiac Diseases. *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 13–18. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-13-18.

\*\*\*

## Введение

Левое предсердие (ЛП) играет ключевую роль в эффективной работе сердца, обеспечивая наполнение левого желудочка (ЛЖ) за счет выполнения ряда функций. ЛП – это резервуар для легочного венозного возврата во время систолы желудочков, оно является кондуитом для легочного венозного возврата во время ранней диастолы желудочков, а также выполняет насосную функцию, что обуславливает наполнение ЛЖ во время поздней диастолы желудочков.

Однако следует помнить, что на протяжении всего сердечного цикла существует тесная взаимосвязь между функцией ЛП и ЛЖ. Например, резервуарная функция обусловлена конечным диастолическим объемом (КДО) ЛЖ, роль кондуита напрямую зависит от диастолической функции ЛЖ, а насосная роль ЛП находится под влиянием КДО, конечного систолического объема ЛЖ (постнагрузка предсердия), а также венозного возврата (преднагрузка предсердия) [1].

Значение максимального объема ЛП зависит от ряда факторов, в число которых входят: градиент давления на митральном клапане в период ранней диастолы, эластичность стенок камеры ЛЖ, сила сокращения ЛП, свойства стенок камеры ЛП. Дилатация полости ЛП происходит в условиях перегрузки давлением (митральный стеноз, повышенное давление наполнения ЛЖ) или объемом (митральная регургитация, гиперсистолические состояния, шунты и фистулы). Размер ЛП отражает уровень давления наполнения ЛЖ, поэтому отражает степень диастолической дисфункции ЛЖ [2, 3].

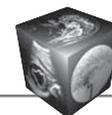
Ряд исследований продемонстрировали, что увеличение объема ЛП ассоциировано с риском возникновения фибрилляции предсердий (ФП). При этом ФП индуцирует процесс ремоделирования миокарда ЛП, усугубляя его дилатацию [4–6].

**Для корреспонденции\*:** Гурина Вера Ивановна – 119997 Москва, ул. Бол. Серпуховская, 27. Институт хирургии им. А.В. Вишневского. Тел.: 8-903-292-66-94. E-mail: vera.gurina\_msk@mail.ru

**Гурина Вера Ивановна** – аспирант отдела лучевой диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Кондратьев Евгений Валерьевич** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения рентгенологии и магнитно-резонансных исследований ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Кармазановский Григорий Григорьевич** – член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, руководитель отдела лучевой диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ; профессор кафедры лучевой диагностики ИПО ФГБОУ ВПО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва; **Хацаюк Екатерина Аркадьевна** – ординатор отдела лучевой диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва.

**Contact\*:** Vera I. Gurina – 119997, Moscow, Bolshaya Serpukhovskaya str., 27. A.V. Vishnevsky Institute of Surgery. Phone: 8-903-292-66-94. E-mail: vera.gurina\_msk@mail.ru

**Vera I. Gurina** – graduate student of Radiology Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Evgenij V. Kondrat'ev** – cand. of med. sci., senior research of Radiology Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Grigory G. Karmazanovsky** – Corresponding Member of RAS, doct. of med. sci., professor, head of Radiology Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Ekaterina A. Khatsayuk** – resident of Radiology Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow.



С развитием методики катетерной абляции (КА) ФП возрос интерес к методам визуализации ЛП, в частности к определению его объема, так как по данным ряда исследований объем ЛП является предиктором успеха КА и фактором, определяющим рецидив ФП после проведенной процедуры [7–9].

При отсутствии у пациента первичных изменений предсердий, аритмий, врожденных заболеваний сердца и пороков митрального клапана увеличенный объем ЛП свидетельствует о повышенном давлении наполнения ЛЖ. Во время диастолы желудочков ЛП находится под воздействием давления ЛЖ. Нарушение релаксации ЛЖ и снижение эластичности его миокарда происходит при изменении актинмиозиновых связей и повышенном отложении коллагена, чтобы обеспечить адекватное наполнение ЛЖ, на этом фоне происходит повышение давления в ЛП. В свою очередь чрезмерное напряжение стенки ЛП приводит к растяжению миокарда и дилатации камеры. Вследствие этого объем ЛП увеличивается при прогрессировании диастолической дисфункции. Характер структурных изменений ЛП отражает длительность процесса, а также степень выраженности диастолической дисфункции [10].

Развитие диастолической дисфункции встречается у возрастных пациентов, а также на фоне таких заболеваний, как артериальная гипертензия (АГ), ишемическая болезнь сердца (ИБС), сахарный диабет [11].

Ряд исследований продемонстрировали значимость объема ЛП в диагностике ИБС и возможных ишемических осложнений [12–14].

Q.A. Truong и соавт. в своем исследовании также демонстрируют, что у пациентов с атеросклеротическими изменениями по данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) отмечается больший объем ЛП, чем у пациентов в контрольной группе без ИБС в анамнезе [14].

Например, по данным T.S.M. Tsang индексированный объем ЛП является независимым предиктором возникновения инфаркта миокарда и других острых состояний, требующих реваскуляризации миокарда, у пациентов с синусовым ритмом и без выраженных клапанных патологий [12].

В исследовании B. Ristow и соавт. увеличенный индексированный объем ЛП наравне со сниженной фракцией выброса ЛЖ является предиктором возникновения сердечной недостаточности и смертности у пациентов с ИБС [13].

Некоторые исследователи отмечают, что объем ЛП может являться прогностическим фактором смертности у пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда (ОИМ).

В исследовании J.E. Moller и соавт. увеличенный объем ЛП являлся независимым предиктором смертности у пациентов, перенесших ОИМ [15].

Также, по данным R. Veinart и соавт., у пациентов, перенесших ОИМ, увеличенный объем ЛП является предиктором смертности в ближайшие 5 лет [16].

### Цель исследования

Определить степень изменения волюметрических показателей ЛП, измеренных по данным МСКТ, у пациентов с ИБС, АГ и ФП, а также оценить возможную роль измерения объема ЛП для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний и прогнозирования их течения.

### Материал и методы

В ретроспективном исследовании приняли участие 67 пациентов. Средний возраст пациентов составил 61 год. Распределение по полу: 66% (44) мужчины и 34% (23) женщины. МСКТ-исследование сердца с ретроспективной синхронизацией по ЭКГ было проведено на компьютерном томографе Philips Ingenuity 64 core с использованием 80 мл контрастного препарата Йоверсол с концентрацией йода 350 мг/мл. Сканирование выполняли с использованием ретроспективной синхронизации по ЭКГ. Полученные сырые данные реконструировали с получением изображений в диастолу предсердий (40% R–R-интервала).

Далее пациенты были разделены на 5 групп:

- 1-я группа включала 10 (6,7%) человек, которые были обследованы по подозрению на ИБС, однако в ходе исследований изменений коронарных артерий, миокарда не выявлено, ИБС не подтверждена;
- 2-я группа включала 20 (13,4%) человек с ИБС и АГ в анамнезе, у которых в ходе исследования обнаружены атеросклеротические изменения коронарных артерий с различной степенью выраженности;
- 3-я группа включала 9 (6,03%) человек с изолированной ФП;
- 4-я группа включала 18 (12,06%) человек с ФП в сочетании с ИБС;
- 5-я группа включала 10 (6,7%) человек с ФП и подтвержденной ИБС в сочетании с гипертонической болезнью.

При сравнении физических параметров пациентов значимых различий обнаружено не было. Средняя площадь поверхности тела в 1-й группе составляла 1,95 м<sup>2</sup>, во 2-й группе – 1,93 м<sup>2</sup>, в 3-й группе – 1,98 м<sup>2</sup>, в 4-й – 1,95 м<sup>2</sup>, в 5-й группе – 1,99 м<sup>2</sup>.



**Таблица 1.** Средние показатели объема ЛП и индекса объема ЛП в группах

Группа	n	Средний объем, мл	Средний индекс объема, мл/м <sup>2</sup>
Контроль	10	92 ± 15	47 ± 9
ИБС+АГ	20	96,1 ± 17	50 ± 10
ФП	9	118 ± 31	60 ± 15
ФП+АГ	18	126 ± 25	64 ± 12
ФП+АГ+ИБС	10	138,7 ± 23	68 ± 10

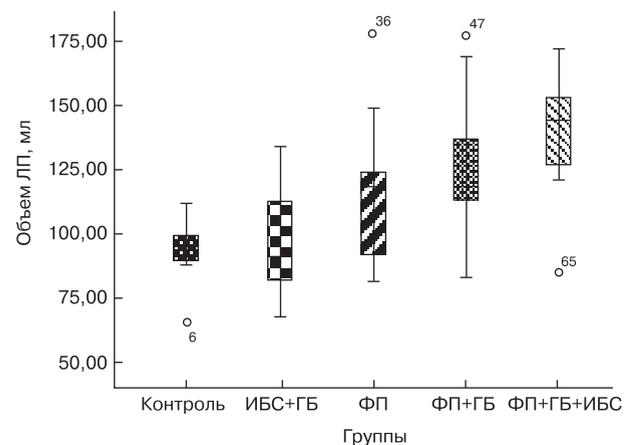
Полученный набор данных был обработан с помощью программного обеспечения рабочей станции Brilliance Workspace Portal компании Philips и системы автоматизированного планирования, управления и контроля результатов хирургического лечения Автоплан (ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» МЗ РФ), проводился подсчет объема ЛП для каждого из пациентов. Для построения 3D-моделей ЛП были выбраны серии исследования, реконструированные в диастолу предсердий (40% R-R-интервал). 3D-модели выстраивали с помощью программы Автоплан и Brilliance Workspace Portal.

Для построения 3D-модели в программе Автоплан выполнялось выделение площади сечения ЛП на 8–10 срезах, после чего запускался алгоритм 3D-интерполяции, по завершении которого получены 3D-модель ЛП и данные о его объеме.

Для построения 3D-модели в программе Brilliance Workspace Portal также выполнялась заливка объема ЛП в трехмерном наборе данных, после чего рассчитывался объем всей залитой ткани.

## Результаты

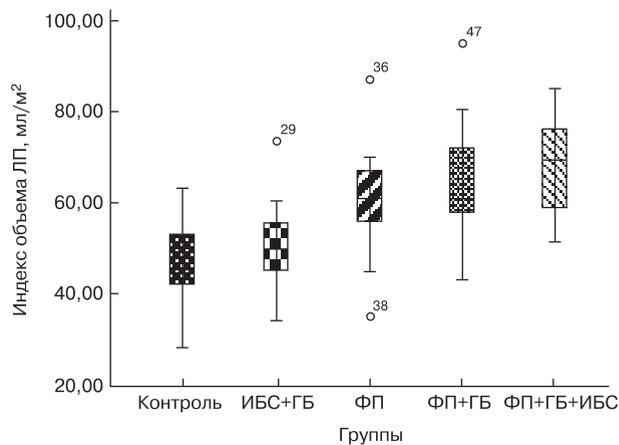
Был выполнен анализ различий в объеме ЛП, индекса объема ЛП в указанных группах пациен-



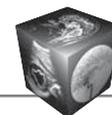
**Рис. 1.** Объемы ЛП (в мл) в исследуемых группах.

тов. В группе пациентов без анамнеза заболеваний сердца, у которых по данным МСКТ-коронарографии не было обнаружено нарушений в структуре стенки коронарных артерий, средний объем ЛП составлял 92 ± 15 мл. В группе пациентов, где диагностированы только АГ и ИБС, объем ЛП имел тенденцию к увеличению относительно такового у пациентов без патологии и составлял 96,1 ± 17 мл ( $p = 0,535$ ). В 3-й группе при наличии ФП средний объем был значительно выше – на 30% (118 ± 31 мл,  $p = 0,03$ ). Кроме того, при наличии у пациента ИБС или гипертонической болезни, а также их сочетания отмечалось значительное увеличение среднего объема ЛП до 126 ± 25 мл и 138,7 ± 23 мл ( $p = 0,001$ ) при сравнении с объемом ЛП у пациентов без патологии сердца (табл. 1, рис. 1). Средние индексы ЛП также увеличивались в группах пациентов с изолированной ФП и в сочетании с ИБС и АГ составляли 47 ± 9 мл/м<sup>2</sup>, 50 ± 10 мл/м<sup>2</sup>, 60 ± 15 мл/м<sup>2</sup>, 64 ± 12 мл/м<sup>2</sup>, 68 ± 10 мл/м<sup>2</sup> соответственно (табл. 1, рис. 2). У пациентов с сопутствующими одним или двумя сердечно-сосудистыми заболеваниями (АГ и ИБС) отмечалась тенденция к увеличению индекса объема ЛП (см. табл. 1, 2, рис. 2). В группах пациентов, у которых была выявлена только ФП или ФП в сочетании с другими заболеваниями, показатели объема ЛП были значительно выше по сравнению с пациентами, у которых заболевания сердца не были обнаружены (см. табл. 1, 2).

Была выявлена значительная сильная положительная корреляция показателей объема ЛП и наличия у пациента ФП (0,59,  $p = 0,001$ ). Индекс объема ЛП также в значительной степени коррелирует с наличием у пациентов изолированной ФП (0,574,  $p = 0,001$ ) с сочетанием ФП, ИБС и гипертонической болезни (0,516,  $p = 0,01$ ) (табл. 3).



**Рис. 2.** Индексы объема ЛП в исследуемых группах.

**Таблица 2.** Показатель значимости  $p$  для разницы объема и индекса объема ЛП в группах

Группа	Контроль	ИБС+АГ	ФП	ФП+АГ	ФП+АГ+ИБС	Индекс объема ЛП
Контроль	–	0,46	0,03	0,001	0,0001	
ИБС+АГ	0,535	–	0,02	0,0001	0,0001	
ФП	0,03	0,02	–	0,5	0,2	
ФП+АГ	0,01	0,0001	0,5	–	0,4	
ФП+АГ+ИБС	0,0001	0,0001	0,12	0,215	–	
Объем ЛП						

**Таблица 3.** Корреляция объема и индекса ЛП с наличием сердечно-сосудистого заболевания (АГ, ФП, ФП+ИБС или +АГ)

Показатель	ФП	$p$	ИБС	$p$	АГ	$p$	ФП+ИБС/АГ	$p$
Объем ЛП	0,59	0,0001	0,08	0,5	0,194	0,2	0,543	0,0001
Индекс объема ЛП	0,574	0,001	0,104	0,4	0,186	0,13	0,516	0,0001

## Обсуждение

По данным проведенного исследования объем ЛП в контрольной группе составил  $92 \pm 15$  мл, индексированный объем ЛП при этом составил  $47 \pm 9$  мл/м<sup>2</sup>. Учитывая, что средний возраст пациентов в исследовании составляет 61 год, полученное значение соответствует норме для данной возрастной категории [17].

В группе пациентов с подтвержденной ИБС в сочетании с АГ в анамнезе отмечается незначительное увеличение объема ЛП до  $96,1 \pm 17$  мл ( $p = 0,535$ ), что указывает на развитие диастолической дисфункции ЛЖ [10]. Индексированный объем ЛП для данной группы равен  $50 \pm 10$  мл/м<sup>2</sup>. Некоторые исследования подтвердили, что увеличенный объем ЛП [12], а также увеличенный индексированный объем ЛП [13] являются независимыми факторами риска возникновения ОИМ, сердечной недостаточности, других острых состояний, а также предиктором смертности пациентов, страдающих ИБС. Кроме того, увеличение объема ЛП ассоциировано с риском возникновения ФП [5, 6], на что следует обратить внимание при динамическом наблюдении данной группы пациентов.

В 3-й группе пациентов с изолированной ФП отмечается резкое увеличение объема на 30% – до  $118 \pm 31$  мл ( $p = 0,03$ ), индексированный объем ЛП при этом равен  $60 \pm 15$  мл/м<sup>2</sup>. Такой значительный прирост объема указывает на активно протекающий процесс ремоделирования ЛП, основой которого является изменение его структуры и функции, а именно формы, объема, а также сократительной способности миокарда ЛП [4].

В 4-й и 5-й группах, где ФП сочетается с ИБС и АГ, объем ЛП составил  $126 \pm 25$  мл и  $138,7 \pm 23$  мл ( $p = 0,001$ ) соответственно. При этом причинами столь выраженной прогрессии может являться как дальнейшее ремоделирование ЛП, так

и увеличение КДО на фоне ИБС в сочетании с АГ, что приводит к дальнейшему нарушению функции и снижению выброса ЛП, что в свою очередь увеличивает растяжение стенки ЛП, способствует увеличению объема фиброзной ткани и приводит к увеличению объема полости ЛП [2, 3, 4].

## Заключение

Объем ЛП и индексированный объем ЛП являются достоверными индикаторами наличия сердечно-сосудистых заболеваний. У пациентов с ИБС наблюдается увеличение объема ЛП по сравнению с нормальными значениями. Резкое увеличение объема (на 30%) отмечается в группе пациентов с изолированной ФП по сравнению с контрольной группой. В группах пациентов, у которых ФП сочеталась с ИБС и АГ, отмечалась тенденция к прогрессирующему увеличению объема ЛП.

С учетом полученных данных увеличение объема ЛП может быть маркером субклинического течения сердечно-сосудистых заболеваний, а также служить для прогнозирования риска возникновения ФП у пациентов, которым выполняют МСКТ-исследование сердца, грудной клетки, коронарных артерий с ЭКГ-синхронизацией по поводу других состояний. Кроме того, объем ЛП может быть использован как диагностический фактор прогрессии сердечно-сосудистого заболевания при динамическом наблюдении пациентов.

## Список литературы / References

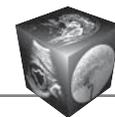
1. Hoit B.D. Left atrial size and function: role in prognosis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 63 (6): 493–505. DOI:10.1016/j.jacc.2013.10.055.
2. Kühl J.T., Möller J.E., Kristensen T.S., Kelbak H., Kofoed K.F. Left atrial function and mortality in patients with NSTEMI an MDCT study. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2011; 4 (10): 1080–1087. DOI:10.1016/j.jcmg.2011.08.008.



3. To A.C., Flamm S.D., Marwick T.H., Klein A.L. Clinical utility of multimodality LA imaging: assessment of size, function, and structure. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2011; 4 (7): 788–798. DOI: 10.1016/j.jcmg.2011.02.018.
4. Casacalang-Verzosa G., Gersh B.J., Tsang T.S. Structural and functional remodeling of the left atrium: clinical and therapeutic implications for atrial fibrillation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008; 51: 1–11.
5. Agner B.F., Kühl J.T., Linde J.J., Kofoed K.F., Åkeson P., Rasmussen B.V., Jensen G.B., Dixon U. Assessment of left atrial volume and function in patients with permanent atrial fibrillation: comparison of cardiac magnetic resonance imaging, 320-slice multi-detector computed tomography, and transthoracic echocardiography. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2014; 15 (5): 532–540. DOI: 10.1093/ehjci/jet239.
6. Stojanovska J., Cronin P., Gross B.H., Kazerooni E.A., Tsodikov A., Frank L., Oral H. Left atrial function and maximum volume as determined by MDCT are independently associated with atrial fibrillation. *Acad. Radiol.* 2014; 21 (9): 1162–1171. DOI: 10.1016/j.acra.2014.02.018.
7. Hof I., Chilukuri K., Arbab-Zadeh A., Scherr D., Dalal D., Nazarian S., Henrikson C., Spragg D., Berger R., Marine J., Calkins H. Does left atrial volume and pulmonary venous anatomy predict the outcome of catheter ablation of atrial fibrillation? *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2009; 20 (9): 1005–1010. DOI:10.1111/j.1540-8167.2009.01504.x.
8. Abecasis J., Dourado R., Ferreira A., Saraiva C., Cavaco D., Santos K.R., Morgado F.B., Adragão P., Silva A. Left atrial volume calculated by multi-detector computed tomography may predict successful pulmonary vein isolation in catheter ablation of atrial fibrillation. *Europace*. 2009; 11 (10): 1289–1294. DOI:10.1093/europace/eup198.
9. Sohns C., Sohns J.M., Vollmann D., Lüthje L., Bergau L., Dorenkamp M., Zwaka P.A., Hasenfuß G., Lotz J., Zabel M. Left atrial volumetry from routine diagnostic work up prior to pulmonary vein ablation is a good predictor of free-dom from atrial fibrillation. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2013; 14 (7): 684–691. DOI: 10.1093/ehjci/jet017.
10. Abhayaratna W.P., Seward J.B., Appleton C.P., Douglas P.S., Oh J.K., Tajik A.J., Tsang T.S. Left atrial size: physiologic determinants and clinical applications. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2006; 47 (12): 2357–2363.
11. Tsang T.S.M., Barnes M.E., Gersh B.J., Bailey K.R., Seward J.B. Left atrial volume as a morphophysiologic expression of left ventricular diastolic dysfunction and relation to cardiovascular risk burden. *Am. J. Cardiol.* 2002; 90 (12): 1284–1289.
12. Tsang T.S.M., Barnes M.E., Gersh B.J., Bailey K.R., Seward J.B. Prediction of risk for first age related cardiovascular events in an elderly population: the incremental value of echocardiography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 42: 1199–1205.
13. Ristow B., Ali S., Whooley M.A., Schiller N.B. Usefulness of left atrial volume index to predict heart failure hospitalization and mortality in ambulatory patients with coronary heart disease and comparison to left ventricular ejection fraction (from the Heart and Soul Study). *Am. J. Cardiol.* 2008; 102 (1): 70–76. DOI: 10.1016/j.amjcard.2008.02.099.
14. Truong Q.A., Bamberg F., Mahabadi A.A., Toepker M., Lee H., Rogers I.S., Seneviratne S.K., Schlett C.L., Brady T.J., Nagurny J.T., Hoffmann U. Left atrial volume and index by multidetector computed tomography: comprehensive analysis from predictors of enlargement to predictive value for acute coronary syndrome (ROMICAT study). *Int. J. Cardiol.* 2011; 146: 171–176.
15. Moller J.E., Hillis G.S., Oh J.K., Seward J.B., Reeder G.S., Wright R.S., Park S.W., Bailey K.R., Pellikka P.A. Left atrial volume: a powerful predictor of survival after acute myocardial infarction. *Circulation*. 2003; 107: 2207–2212. DOI: 10.1161/01.CIR.0000066318.21784.43.
16. Beinart R., Boyko V., Schwammenthal E., Kuperstein R., Sagie A., Hod H., Matetzky S., Behar S., Eldar M., Feinberg M.S. Long-term prognostic significance of left atrial volume in acute myocardial infarction. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 44: 327–334.
17. Stojanovska J., Cronin P., Patel S., Gross B.H., Oral H., Chughtai K., Kazerooni E.A. Reference normal absolute and indexed values from ECG-gated MDCT: left atrial volume, function, and diameter. *Am. J. Roentgenol.* 2011; 197 (3): 631–637. DOI: 10.2214/AJR.10.5955.

Поступила в редакцию 30.11.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 30.11.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-19-24

## Фиброзные изменения миокарда как независимый предиктор нарушения ритма у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией

Базылев В.В., Карпухин В.Г. \*, Микуляк А.И., Палькова В.А.

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, Пенза, Россия

## Fibrotic Changes in the Myocardium as an Independent Predictor of Rhythm Disturbance in Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy

Bazylev V.V., Karpukhin V.G. \*, Mikulyak A.I., Palkova V.A.

Federal national center of cardiovascular surgery, Penza, Russia

**Цель исследования:** показать возможности метода магнитно-резонансной томографии (МРТ) в выявлении и характеристике гипертрофической кардиомиопатии (ГКМП); выявить взаимосвязь между наличием очагов фиброза в миокарде левого желудочка (ЛЖ) и возникновением аритмии.

**Материал и методы.** В исследовании принял участие 31 пациент с ГКМП и обструкцией выходящего тракта ЛЖ, которым в дальнейшем была выполнена миосептэктомия по Морроу. С целью выявления нарушений ритма всем пациентам было выполнено суточное холтеровское мониторирование. Наличие и характер накопления контрастного вещества оценивали методом МРТ в раннюю и отсроченную фазы контрастирования.

**Результаты.** Применение МРТ с контрастным усилением позволило выявить участки отсроченного контрастирования в гипертрофированных стенках ЛЖ – фиброзные изменения миокарда. Очаги фиброза были выявлены у 14 (45,2%) пациентов. У 5 (16,1%) больных при наличии изменений в миокарде нарушений сердечного ритма не выявлено. Мультивариантный регрессионный анализ факторов риска показал взаимосвязь между наличием очагов фиброза в миокарде ЛЖ и возникновением аритмии ( $p = 0,021$ ). Наличие зон нарушения локальной сократимости ( $p = 0,327$ ) и толщина гипертрофированной стенки ( $p = 0,146$ ) значимого влияния на нарушение ритма сердечной деятельности не оказывают.

**Выводы.** Наличие очагов отсроченного контрастирования (фиброза) в стенке ЛЖ, выявляемых методом МРТ, повышает шанс возникновения аритмии у больных с ГКМП в 12,9 раза. МРТ с контрастным усилением

должна входить в алгоритм диагностики ГКМП, в том числе и для оценки наступивших структурных изменений миокарда.

**Ключевые слова:** гипертрофическая кардиомиопатия, фиброзные изменения миокарда, аритмия, магнитно-резонансная томография с контрастным усилением.

**Ссылка для цитирования:** Базылев В.В., Карпухин В.Г., Микуляк А.И., Палькова В.А. Фиброзные изменения миокарда как независимый предиктор нарушения ритма у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 19–24. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-19-24.

\*\*\*

**The aim:** to show the possibilities of the method of magnetic resonance imaging (MRI) in the detection and characterization of hypertrophic cardiomyopathy (HCM). Identify the relationship between the presence of foci of fibrosis in the myocardium of the left ventricle (LV) and the occurrence of arrhythmia.

**Materials and methods.** The study involved 31 patients with HCM and obstruction of the LV outflow tract, who subsequently underwent Morrose's myoseptectomy. In order to detect abnormalities of rhythm, all patients underwent daily Holter monitoring. The presence and nature of the accumulation of contrast medium was assessed by the MRI method in the early and delayed phases of contrasting.

**Results.** The use of MRI with contrast enhancement made it possible to identify areas of delayed contrast in the hypertrophied walls of the LV - fibrotic changes in the myocardium. The centers of fibrosis were revealed in 14 (45.2%)



patients. In 5 patients (16.1%), there were no cardiac rhythm disturbances in the presence of changes in the myocardium. Multivariate regression analysis of risk factors showed the relationship between the presence of foci of fibrosis in the myocardium of the LV and the occurrence of arrhythmia ( $p = 0.021$ ). The presence of violation zones of local contractility ( $p = 0.327$ ) and the thickness of the hypertrophic wall ( $p = 0.146$ ) have no significant effect on cardiac rhythm disturbance.

**Conclusions.** The presence of foci of delayed contrast (fibrosis) in the wall of the left ventricle, detected by MRI, increases the chance of arrhythmia in patients with HCM in 12.9 times. MRI with contrast enhancement should be included in the algorithm for diagnosis of HCM, including for evaluating the onset of structural changes in the myocardium.

**Key words:** hypertrophic cardiomyopathy, fibrotic changes in the myocardium, arrhythmia, magnetic resonance imaging with contrast enhancement.

**Recommended citation:** Bazylev V.V., Karpukhin V.G., Mikulyak A.I., Palkova V.A. Fibrotic Changes in the Myocardium as an Independent Predictor of Rhythm Disturbance in Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy. *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 19–24.

DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-19-24.

\*\*\*

## Введение

Гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМП) на протяжении длительного времени является предметом исследования ученых различных стран. Актуальность проблемы обусловлена большой распространенностью в популяции, широким спектром клинических проявлений и высоким риском внезапной сердечной смерти [1–3].

Основной причиной внезапной смерти многие ученые считают нарушение ритма. В зарубежных литературных источниках приводятся разноречивые данные относительно роли структурных изменений в миокарде левого желудочка в возникновении аритмии у больных с ГКМП. По мнению ряда авторов, одним из механизмов развития злокачественных аритмий у больных с ГКМП является формирование re-entry вокруг очагов фиброза в гипертрофированном участке миокарда [4, 5].

На современном этапе развития медицины возросла роль магнитно-резонансной томографии

(МРТ). МРТ позволяет достоверно оценить волюметрические параметры, толщину миокарда, выявить возможные нарушения общей и локальной сократимости сердечной мышцы. Применение контрастных веществ (парамагнетиков) позволяет выявить наличие перфузионных нарушений в миокарде и участков отсроченного контрастирования – фиброзных изменений в миокарде [5–9].

## Цель исследования

Показать возможности метода МРТ в выявлении и характеристике ГКМП; выявить взаимосвязь между наличием очагов фиброза в миокарде левого желудочка и возникновением аритмии.

## Материал и методы

В исследовании принял участие 31 пациент с ГКМП и обструкцией выходящего тракта левого желудочка, оперированный в ФГБУ «ФЦССХ» Минздрава России (Пенза) с 2010 по 2016 г. Во всех случаях эхокардиографическая картина была неоднозначна, что потребовало дополнительного проведения МРТ с контрастным усилением. Применение МРТ позволило выявить наличие очагов фиброза в гипертрофированных участках миокарда.

Исследование выполняли на аппарате Siemens Magnetom Avanto (Siemens Medical Systems, Эрланген, Германия) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Использовали поверхностную катушку Body Matrix. Сканирование проводилось согласно стандартному протоколу с задержкой дыхания. Использованы T1- и T2-взвешенные изображения (T1WS, T2WS), импульсная последовательность «градиентное эхо» (GE), режим T1-взвешенные TSE-изображения и динамический режим (Cine-SSFP) в стандартных проекциях [9, 10].

Для дифференциальной диагностики использовали сканирование с контрастным усилением в тех же режимах. В качестве контрастного вещества (КВ) использовали омнискан (0,2 ммоль/кг) или гадовист (0,1 ммоль/кг) с болюсным вве-

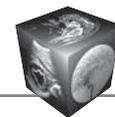
**Для корреспонденции\*:** Карпукhin Вячеслав Геннадьевич – 440047 Пенза, ул. Одесская, д. 2в, кв. 90. Тел.: +7-927-095-77-97.

E-mail: slava-k2@yandex.ru

**Базылев Владлен Владленович** – доктор мед. наук, профессор, врач сердечно-сосудистый хирург, главный врач ФГБУ «ФЦССХ» МЗ РФ, Пенза; **Карпукhin Вячеслав Геннадьевич** – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ «ФЦССХ» МЗ РФ, Пенза; **Микуляк Артур Иванович** – врач сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения №2 ФГБУ «ФЦССХ» МЗ РФ, Пенза; **Палькова Вероника Анатольевна** – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ «ФЦССХ» МЗ РФ, Пенза.

**Contact\*:** Vyacheslav G. Karpukhin – 440047 Penza, Odessa str., 2v, ap. 90. Phone: +7-927-095-77-97. E-mail: slava-k2@yandex.ru

**Vladlen V. Bazylev** – doct. of med. sci., professor, vascular surgeon, Chief of Federal Centre for cardiovascular surgery, Penza, Russia; **Vyacheslav G. Karpukhin** – roentgenologist of radiology department of Federal Centre for cardiovascular surgery, Penza, Russia; **Artur I. Mikulyak** – vascular surgeon of cardiovascular surgery department №2 of Federal Centre for cardiovascular surgery, Penza; **Veronica A. Palkova** – roentgenologist of radiology department of Federal Centre for cardiovascular surgery, Penza.



дением автоматическим инъектором. Наличие и характер накопления КВ оценивались в раннюю и отсроченную фазы контрастирования.

На основании полученных изображений на рабочих станциях в программе Argus (Siemens) или QMass и QFlow (Medis) производилась плоскостная и объемная реконструкция (MPR) с целью наглядной демонстрации топографии.

Всем пациентам с целью выявления нарушений ритма было выполнено суточное холтеровское мониторирование. Клинически значимым считали наличие желудочковых экстрасистол с частотой более 20 в час [11]. Клинико-демографические характеристики пациентов представлены в табл. 1.

Статистическая обработка материала выполнена с использованием пакетов программного обеспечения SPSS версии 21 (SPSS, Chicago, IL, США). Для сравнения полученных результатов между группами высчитывали среднеарифметическое значение ( $M = \sum/n$ ), стандартное отклонение от генеральной совокупности ( $y$ ), доверительный интервал (ДИ%). Средние величины представлены в виде  $M \pm SD$ . Критический уровень значимости был взят за 0,05. Для выявления взаимосвязи между наличием очагов фиброза в миокарде левого желудочка и возникновением аритмии использовали мультивариантную логистическую регрессию.

## Результаты

Всем пациентам была выполнена миосептэктомия по Морроу. Послеоперационный период протекал без особенностей. Проведен мультивариантный регрессионный анализ факторов риска возникновения аритмии в зависимости от наличия очагов отсроченного контрастирования (фиброза)

в миокарде левого желудочка по данным МРТ. Результаты исследования представлены в табл. 2.

По данным МРТ-исследования с контрастным усилением в фазу отсроченного контрастирования очаги фиброза были выявлены у 14 (45,2%) пациентов из 31. У 5 (16,1%) больных при наличии изменений в миокарде согласно клинико-диагностическим данным нарушений ритма сердца не отмечено.

По данным анализа факторов риска возникновения аритмии выявлено, что наиболее значимой причиной является наличие участков отсроченного контрастирования в миокарде при ГКМП. Наличие очагов фиброза влияет на нарушение ритма ( $p = 0,021$ ). Таким образом, при наличии очагов фиброза шанс возникновения аритмии у больных с ГКМП возрастает в 12,9 раза. Остальные исследуемые факторы, прежде всего наличие зон нарушения локальной сократимости ( $p = 0,327$ ) и толщина гипертрофированной стенки ( $p = 0,146$ ), значимого влияния на нарушение ритма сердечной деятельности не оказывают.

## Обсуждение

По данным мировой литературы, механизм внезапной сердечной смерти (ВСС) у пациентов с ГКМП связан с желудочковой тахикардией, возникающей из структурно аномального миокарда [1, 2, 4, 5, 7]. Изменения в стенке левого желудочка характеризуются наличием аритмогенного субстрата – очагов фиброза, повышающими вероятность возникновения желудочковой тахикардии и/или фибрилляции [10, 12]. При патологоанатомических исследованиях отмечались рубцовые изменения миокарда у внезапно умерших пациентов с ГКМП в анамнезе. Это указывает на возмож-

**Таблица 1.** Клинико-демографические характеристики пациентов

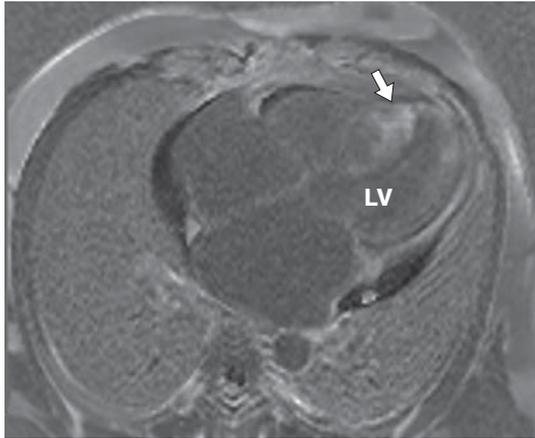
Показатель	Число пациентов (n = 31)	ДИ (95%)
Возраст, годы	50,8 ± 11,6	46,6–54,8
Мужчины, n	20 (64,5%)	26–59
Женщины, n	11 (35,5%)	16–47
Пациенты, имеющие очаги фиброза в миокарде	14 (45,2%)	21–49
Толщина гипертрофированной стенки миокарда	2,9 ± 0,8	2,3–4,5
Наличие зон НЛС	9 (29%)	26–59

*Примечание.* Здесь и в табл. 2: НЛС – нарушение локальной сократимости.

**Таблица 2.** Результаты мультивариантного регрессионного анализа

Факторы	ОШ	ДИ (95%)	p
1. Наличие очагов фиброза	12,9	1,465–113,127	0,021
2. Толщина гипертрофированной стенки миокарда	0,87	0,72–1,05	0,146
3. Наличие зон НЛС	0,269	0,02–3,712	0,327
4. Пол	0,316	0,19–5,343	0,424

*Примечание.* ОШ – отношение шансов.



**Рис. 1.** Пациент 29 лет. МР-изображение, четырехкамерная проекция, фаза отсроченного контрастирования (LV – левый желудочек). Стрелкой обозначен очаг отсроченного контрастирования (фиброза) в стенке межжелудочковой перегородки. Контрастирование имеет очаговый характер.

ную связь между фиброзом и ВСС при данном заболевании [13–15].

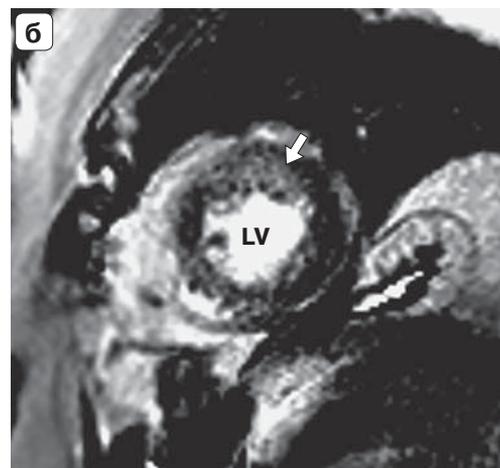
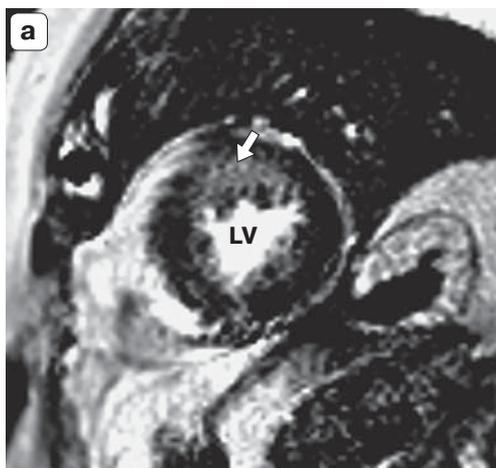
Стратегия стратификации риска внезапной смерти при ГКМ (основанная на текущих факторах риска первичной профилактики), вероятно, неполна, в основном из-за гетерогенности клинической и фенотипической выраженности клинических проявлений и низкой частоты встречаемости этого заболевания [16, 17]. Поэтому определение дополнительных маркеров риска необходимо для более точного выявления пациентов, нуждающихся в первичной профилактике ВСС [18].

Согласно исследованиям зарубежных авторов, явление отсроченного контрастирования, представляющего область фиброза миокарда, незави-

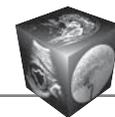
симо связано с желудочковыми тахикардиями разной степени выраженности [16, 19–21]. Мы провели ретроспективный анализ 31 пациента с ГКМ. Проведенный регрессионный анализ показал, что при фиброзных изменениях в миокарде, выявляемых методом МРТ в фазу отсроченного контрастирования, шанс возникновения аритмии возрастает в 12,9 раза ( $p = 0,021$ ).

Увеличение интерстициального коллагена, дезорганизация миоцитов и замещение их соединительной тканью при данном заболевании приводят не только к снижению сократительной способности сердца, но и являются первичным аритмогенным субстратом [3, 19]. Вышеуказанные изменения способствуют замедленному выведению хелатов гадолиния и как следствие позволяют оценить наступившие морфологические изменения в миокарде в фазу отсроченного контрастирования. Также метод МРТ позволяет определить локализацию, распространенность участков фиброза и оценить прогноз развития сердечных событий [22].

Наиболее часто участки отсроченного контрастирования мы находили в гипертрофированных сегментах. Накопление контрастного препарата у большинства пациентов (12 (86%) больных) носило фрагментарный характер, с множественными фокусами, что согласуется с данными зарубежных авторов [23] (рис. 1). По литературным данным, при ГКМП имеют место и другие типы накопления контрастного препарата: ишемический (субэндокардиальный или трансмуральный), а также интрамиокардиальное контрастирование в негипертрофированных сегментах. Трансмуральный тип контрастирования отмечался только у 2 пациентов (рис. 2). Каждый из перечисленных



**Рис. 2.** Пациент 27 лет. МР-изображения, проекция по короткой оси, фаза отсроченного контрастирования (LV – левый желудочек). а – средний отдел левого желудочка; б – апикальный отдел. Стрелками обозначены очаги фиброза в передней стенке левого желудочка. Трансмуральный тип накопления контрастного вещества.



типов контрастирования необходимо рассматривать в рамках патогенеза ГКМП.

В литературе описаны случаи накопления контраста в негипертрофированных участках миокарда при отсутствии изменений в наиболее гипертрофированных сегментах левого желудочка. Это объясняется особенностями патогенеза вследствие возникновения интрамиокардиального фиброза ранее, чем развитие гипертрофии в соответствующих участках [20]. При асимметричном варианте типичным является регионарное накопление контрастного препарата наиболее гипертрофированными участками миокарда (чаще в переднеперегородочной и задней стенках левого желудочка) [23]. Морфологическая основа для данного типа накопления – участки интрамиокардиального или интерстициального фиброза, периваскулярное отложение коллагена в артериолах в местах наибольшей гипертрофии миокарда. При отсутствии гемодинамически значимого стенозирования коронарных артерий по данным коронарографии генез фиброзных изменений миокарда требует дополнительного рассмотрения. J.C. Moon и соавт. предложили рассматривать явление отсроченного контрастирования как фактор, предопределяющий прогрессирование болезни и внезапную смерть у пациентов с ГКМП [24].

## Выводы

1. Наличие очагов отсроченного контрастирования (фиброза) в стенке левого желудочка, выявляемых методом МРТ, повышает шанс возникновения аритмии у больных с ГКМП в 12,9 раза.

2. МРТ с контрастным усилением должна входить в алгоритм диагностики ГКМП, в том числе и для оценки наступивших структурных изменений миокарда.

## Список литературы

1. Maron B.J. Hypertrophic cardiomyopathy. A systematic review. *JAMA*. 2002; 287: 1308–1320. DOI:10.1001/jama.287.10.1308.
2. Комиссарова С.М., Шкет А.П., Спиридонов С.В., Островский Ю.П. Результаты хирургического лечения пациентов с обструктивной формой первичной гипертрофической кардиомиопатии. *Международный медицинский журнал*. 2011; 1: 48–53.
3. Россейкин Е.В., Дурманов С.С., Кобзев Е.Е., Вачев С.А., Базылев В.В. Профилактика внезапной аритмогенной смерти после хирургического ремоделирования левого желудочка у пациентов с крайне низкой фракцией выброса. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания*. 2014; 15 (56): 209 с.
4. Maron B.J. Risk stratification and prevention of sudden death in hypertrophic cardiomyopathy. *Cardiol. Rev*. 2002; 10: 173–181.
5. Leonardi S., Raineri C., De Ferrari G.M., Ghio S., Scelsi L., Pasotti M., Tagliani M., Valentini A., Dore R., Raisaro A., Arbustini E. Usefulness of cardiac magnetic resonance in assessing the risk of ventricular arrhythmias and sudden death in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Eur. Heart J*. 2009; 30: 2003–2010. DOI: 10.1093/eurheartj/ehp152.
6. Беленков Ю.Н., Терновой С.К., Сеницын В.Е. Магнитно-резонансная томография сердца и сосудов. М.: Видар, 1997. 142 с.
7. Hansen M.W., Merchant N. MRI of Hypertrophic Cardiomyopathy: Part I, MRI Appearances. *AJR*. 2007; 189: 1344–1352. DOI: 10.2214/AJR.07.2286.
8. Телен М., Эрбел Р., Крейтнер К.-Ф., Баркхаузен Й. Лучевые методы диагностики болезней сердца: Пер. с нем. под общ. ред. проф. В.Е. Сеницына. М.: МЕДпресс-информ, 2011. 408 с.
9. Труфанов Г.Е., Железняк И.С., Рудь С.Д., Меньков И.А. МРТ в диагностике ишемической болезни сердца. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2012. 64 с.
10. Hurwitz J.L., Josephson M.E. Sudden cardiac death in patients with chronic coronary heart disease. *Circulation*. 1992; 85: 143–149. DOI: 10.1161/01.CIR.96.9.3215.
11. Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование. М.: Медпрактика-М, 2003. 340 с.
12. Josephson M.E. Recurrent ventricular tachycardias. In: *Clinical Cardiac Electrophysiology*. Ed. Josephson M.E. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2002: 433–445.
13. Basso C., Thiene G., Corrado D., Buja G., Melacini P., Nava A. Hypertrophic cardiomyopathy and sudden death in the young: pathologic evidence of myocardial ischemia. *Hum. Pathol*. 2000; 31. DOI: 988–998. 10.1053/hupa.2000.16659.
14. Shirani J., Pick R., Roberts W.C., Maron B.J. Morphology and significance of left ventricular collagen network in young patients with hypertrophic cardiomyopathy and sudden cardiac death. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2000; 35: 36–44.
15. Varnava A.M., Elliott P.M., Baboonian C., Davison F., Davies M.J., McKenna W.J. Hypertrophic cardiomyopathy: histopathological features of sudden death in cardiac troponin T disease. *Circulation*. 2001; 104: 1380–1384.
16. Elliott P.M., Poloniecki J., Dickie S., Sharma S., Monserat L., Varnava A., Mahon N.G., McKenna W.J. Sudden death in hypertrophic cardiomyopathy: identification of high risk patients. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2000; 36: 2212–2218.
17. Maron B.J. Contemporary considerations for risk stratification, sudden death and prevention in hypertrophic cardiomyopathy. *Heart*. 2003; 89: 977–978.
18. Maron B.J., Estes N.A.M. III, Maron M.S., Almquist A.K., Link M.S., Udelson J.E. Primary prevention of sudden death as a novel treatment strategy in hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation*. 2003; 107: 2872–2875.
19. Elliott P., McKenna W.J. Hypertrophic cardiomyopathy. *Lancet*. 2004; 363: 1881–1891. DOI: 10.1016/S0140-6736(04)16358-7.
20. Adabag A.S., Casey S.A., Kuskowski M.A., Zenovich A.G., Maron B.J. Spectrum and prognostic significance of arrhythmias on ambulatory Holter electrocardiogram in hypertrophic cardiomyopathy. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2005; 45: 697–704.
21. Adabag A.S., Maron B.J. Implications of arrhythmias and prevention of sudden death in hypertrophic cardio-



myopathy. *Ann. Noninvasive Electrocardiol.* 2007; 12: 171–180

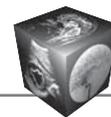
22. Синицын В.Е., Стукалова О.В., Ларина О.М., Терновой С.К. Новые возможности диагностики некоронарогенных поражений миокарда: роль магнитно-резонансной томографии. *Креативная кардиология.* 2008; 1: 66–73.
23. Mark W. Hansen, Naeem Merchant. MRI of Hypertrophic Cardiomyopathy: Part 2, Differential Diagnosis, Risk Stratification, and Posttreatment MRI Appearances. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 189 (6): 1344–1352. DOI:10.2214/AJR.07.2287.
24. Moon J.C., McKenna W.J., McCrohon J.A., Elliott P.M., Smith G.C., Pennell D.J. Toward clinical risk assessment in hypertrophic cardiomyopathy with gadolinium cardiovascular magnetic resonance. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 41: 1561–1567. DOI:10.1016/S0735-1097(03)00189-X.

## References

1. Maron B.J. Hypertrophic cardiomyopathy. A systematic review. *JAMA.* 2002; 287: 1308–1320. DOI:10.1001/jama.287.10.1308.
2. Komissarova S.M., Shket A.P., Spiridonov S.V., Ostrovsky Yu.P. Results of surgical treatment of patients with obstructive form of primary hypertrophic cardiomyopathy. *International Medical Journal.* 2011; 1: 48–53. (In Russian)
3. Rosseykin E.V., Durmanov V.V., Kobzev E.E., Vachev S.A., Bazylev V.V. Prevention of sudden arrhythmogenic death after surgical remodeling of the left ventricle in patients with extremely low ejection fraction. Newsletter of the Center A.N. Bakulev RAMS. Cardiovascular diseases. 2014; 15 (56): 209 p. (In Russian)
4. Maron B.J. Risk stratification and prevention of sudden death in hypertrophic cardiomyopathy. *Cardiol. Rev.* 2002; 10: 173–181.
5. Leonardi S., Raineri C., De Ferrari G.M., Ghio S., Scelsi L., Pasotti M., Tagliani M., Valentini A., Dore R., Raisaro A., Arbustini E. Usefulness of cardiac magnetic resonance in assessing the risk of ventricular arrhythmias and sudden death in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Eur. Heart J.* 2009; 30: 2003–2010. DOI: 10.1093/eurheartj/ehp152.
6. Belenkov Yu.N., Ternovoi S.K., Sinitsyn V.E. Magnetic resonance imaging of the heart and blood vessels. M.: Vidar, 1997. 142 p. (In Russian)
7. Hansen M.W., Merchant N. MRI of Hypertrophic Cardiomyopathy: Part I, MRI Appearances. *AJR.* 2007; 189: 1344–1352. DOI: 10.2214/AJR.07.2286.
8. Telen M., Erbel R., Kreitner K.-F., Barkhausen J. Radiation methods for the diagnosis of heart disease: translation from german under the general editorship prof. V.E. Sinitsyna. M.: MEDpress-inform, 2011. 408 p. (In Russian)
9. Trufanov G.E., Zheleznyak I.S., Rud S.D., Menkov I.A. MRI in the diagnosis of ischemic heart disease. SPb.: ELBI-SPb, 2012. 64 p. (In Russian)
10. Hurwitz J.L., Josephson M.E. Sudden cardiac death in patients with chronic coronary heart disease. *Circulation.* 1992; 85: 143–149. DOI: 10.1161/01.CIR.96.9.3215.
11. Makarov L.M. Holter monitoring. M.: Medpraktika-M, 2003. 340 p. (In Russian)
12. Josephson M.E. Recurrent ventricular tachycardias. In: *Clinical Cardiac Electrophysiology.* Ed. Josephson M.E. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2002: 433–445.
13. Basso C., Thiene G., Corrado D., Buja G., Melacini P., Nava A. Hypertrophic cardiomyopathy and sudden death in the young: pathologic evidence of myocardial ischemia. *Hum. Pathol.* 2000; 31. DOI: 988–998. 10.1053/hupa.2000.16659.
14. Shirani J., Pick R., Roberts W.C., Maron B.J. Morphology and significance of left ventricular collagen network in young patients with hypertrophic cardiomyopathy and sudden cardiac death. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000; 35: 36–44.
15. Varnava A.M., Elliott P.M., Baboonian C., Davison F., Davies M.J., McKenna W.J. Hypertrophic cardiomyopathy: histopathological features of sudden death in cardiac troponin T disease. *Circulation.* 2001; 104: 1380–1384.
16. Elliott P.M., Poloniecki J., Dickie S., Sharma S., Monserrat L., Varnava A., Mahon N.G., McKenna W.J. Sudden death in hypertrophic cardiomyopathy: identification of high risk patients. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000; 36: 2212–2218.
17. Maron B.J. Contemporary considerations for risk stratification, sudden death and prevention in hypertrophic cardiomyopathy. *Heart.* 2003; 89: 977–978.
18. Maron B.J., Estes N.A.M. III, Maron M.S., Almquist A.K., Link M.S., Udelson J.E. Primary prevention of sudden death as a novel treatment strategy in hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation.* 2003; 107: 2872–2875.
19. Elliott P., McKenna W.J. Hypertrophic cardiomyopathy. *Lancet.* 2004; 363: 1881–1891. DOI: 10.1016/S0140-6736(04)16358-7.
20. Adabag A.S., Casey S.A., Kuskowski M.A., Zenovich A.G., Maron B.J. Spectrum and prognostic significance of arrhythmias on ambulatory Holter electrocardiogram in hypertrophic cardiomyopathy. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005; 45: 697–704.
21. Adabag A.S., Maron B.J. Implications of arrhythmias and prevention of sudden death in hypertrophic cardiomyopathy. *Ann. Noninvasive Electrocardiol.* 2007; 12: 171–180
22. Sinitsyn V.E., Stukalova O.V., Larina O.M., Ternovoi S.K. New possibilities of diagnostics of non-coronary lesions of the myocardium: the role of magnetic resonance imaging. *Creativnaya cardiologiya.* 2008; 1: 66–73. UDC 616.127-073.756.8. (In Russian)
23. Mark W. Hansen, Naeem Merchant. MRI of Hypertrophic Cardiomyopathy: Part 2, Differential Diagnosis, Risk Stratification, and Posttreatment MRI Appearances. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 189 (6): 1344–1352. DOI:10.2214/AJR.07.2287.
24. Moon J.C., McKenna W.J., McCrohon J.A., Elliott P.M., Smith G.C., Pennell D.J. Toward clinical risk assessment in hypertrophic cardiomyopathy with gadolinium cardiovascular magnetic resonance. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 41: 1561–1567. DOI:10.1016/S0735-1097(03)00189-X.

Поступила в редакцию 14.12.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 14.12.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-25-29

## Неврологическая симптоматика как проявление врожденной аномалии развития сосудов артериальной и венозной систем (клиническое наблюдение)

Тюнибабян А.И. \*, Мухин А.А.

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

## Neurological Symptoms as a Showcase of the Inborn Anomaly in a Development of the Arterial and Venous Vessels (Case Report)

Tyunibabyan A.I. \*, Mukhin A.A.

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

Врожденные редкие аномалии развития сердечно-сосудистой системы требуют особого внимания от врачей многих специальностей, особенно при их диагностике. Результаты всех доступных методов обследования пациента обуславливают дальнейшую тактику лечения, подразумевающую индивидуальный подход к конкретной патологии. Особенный интерес вызывают случаи сочетанных пороков как артериальной, так и венозной системы. Представлено клиническое наблюдение одной из таких аномалий строения сосудистой системы в виде врожденного перегиба дуги аорты с истинной коарктацией и персистирующей левой верхней поллой вены.

**Ключевые слова:** коарктация аорты, деформация аорты, кинкинг аорты, левая верхняя полая вена.

**Ссылка для цитирования:** Тюнибабян А.И., Мухин А.А. Неврологическая симптоматика как проявление врожденной аномалии развития сосудов артери-

альной и венозной систем (клиническое наблюдение). *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 25–29. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-25-29.

\*\*\*

Inborn specific anomalies in the development of the cardio-vascular system require strong attention from physicians of many specialties, especially during diagnosing process. The results of all available diagnostic methods of patient examination determine the further treatment tactic. This tactic implying an individual approach to a specific pathology. There are some cases of combined defects of both, the arterial as well as the venous systems, which appealing special interest. This article describes case report of such anomalies in the structure of the vascular system. This case shown in the form of congenital inflection of the aortic arch with true coarctation and the persistent left vena cava superior.

**Для корреспонденции\*:** Тюнибабян Анастасия Ивановна – 117997 Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27. ФГБУ "Институт хирургии им. А.В. Вишневского" МЗ РФ. Тел.: +7-925-241-80-88. E-mail: nastya-18031993@mail.ru

**Тюнибабян Анастасия Ивановна** – клинический ординатор отделения рентгенологии и магнитно-резонансных исследований ФГБУ "Институт хирургии им. А.В. Вишневского" МЗ РФ, Москва; **Мухин Андрей Андреевич** – клинический ординатор отделения рентгенологии и магнитно-резонансных исследований ФГБУ "Институт хирургии им. А.В. Вишневского" МЗ РФ, Москва.

**Contact\*:** Anastasia I. Tyunibabyan – Bolshaya Serpukhovskaya str., 27, Moscow, 117997, Russia, A.V. Vishnevsky Institute of Surgery. Phone: +7-925-241-80-88. E-mail: nastya-18031993@mail.ru

**Anastasia I. Tyunibabyan** – resident of radiology department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Andrey A. Mukhin** – resident of radiology department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow.



**Key words:** aortic coarctation, aortic deformation, aortic kinking, left vena cava superior.

**Recommended citation:** Tyunibabyan A.I., Mukhin A.A. Neurological Symptoms as a Showcase of the Inborn Anomaly in a Development of the Arterial and Venous Vessels (Case Report). *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 25–29. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-25-29.

\*\*\*

## Введение

Врожденная деформация дуги аорты (ВДДА) – это врожденный порок аорты, который характеризуется удлинением (elongation), извитостью (tortuosity), кольцеобразованием (coiling), петлеобразованием (looping) и перегибом дуги аорты (kinking, buckling). Также в классификации, предложенной в руководстве “Клиническая ангиология”, изданном под руководством акад. А.В. Покровского еще в 2004 г., отражена связь с другими пороками сердечно-сосудистой системы и подразумевается различное клиническое течение как асимптомное, так и с наличием симптомов [1]. В работе В.С. Аракеяна и соавт. отмечается в 83,3% случаев наличие коарктационного синдрома у пациентов с ВДДА, аневризмы в области измененной аорты встречаются у пациентов старше 20 лет в 100% [2].

Наличие персистирующей левой верхней поллой вены (ЛВПВ) также является редким пороком среди аномалий развития полых вен и обычно не вызывает функциональных нарушений и не имеет специфических клинических проявлений. По данным разных авторов, встречается в 0,5% случаев как в норме, так и в сочетании с врожденными сердечными пороками. Атрезия правой верхней поллой вены при этом встречается менее чем в 2% описанных в литературе наблюдений [3]. В большинстве случаев (до 92%) добавочная ЛВПВ является частью двусторонней системы верхней поллой вены: обе вены стремятся быть одинакового калибра, если не образуется сообщения между правой и левой верхними поллыми венами. Зачастую персистирующая ЛВПВ переходит в расширяющийся коронарный синус, а затем в правое предсердие [4]. Реже вена заходит в левое предсердие, отдавая ветви для право-левого шунтирования, что часто сочетается с синдромом непокрытого коронарного синуса [5]. При последнем варианте у пациента может наблюдаться цианоз верхней половины туловища, верхних конечностей, шеи и головы.

Клиническую значимость этот порок приобретает при проведении катетеризации правых камер сердца через вены левой верхней конечности, в том числе при имплантации электродов для постоянной эндокардиальной стимуляции или проведе-

нии операций на проводящих путях. Наличие персистирующей ЛВПВ значительно осложняет процедуру и увеличивает время операции, может быть причиной осложнений во время внутрисердечных манипуляций [6–8]. Диагностика данного варианта развития системы полых вен имеет большое значение в планировании любого оперативного вмешательства, проведение компьютерной томографии позволяет избежать интраоперационных ошибок и осложнений в послеоперационном периоде [9]. Кроме того, пациенты с аномалиями крупных системных вен (дополнительная ЛВПВ или azygos-соединение с прерванной нижней поллой веной) представляют собой группу повышенного риска возникновения проблем с венозной канюляцией и дренажем при подключении аппарата искусственного кровообращения.

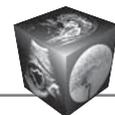
Представляем клиническое наблюдение.

Пациентка К., 23 лет. Из анамнеза известно, что порок сердца (коарктация перешейка аорты) выявлен с рождения, наблюдалась кардиологом по месту жительства. В 2009 г. консультирована кардиохирургом, рекомендовано хирургическое лечение. В 2010 г. обратилась в Институт хирургии им. А.В. Вишневского для госпитализации в отделение кардиохирургии, обследования с целью решения вопроса о тактике хирургического лечения. От хирургического вмешательства было решено воздержаться и оставить пациентку под амбулаторным наблюдением.

При обращении в 2017 г. в то же учреждение пациентка жаловалась на повышенную слабость, утомляемость. Периодические (1 раз в 2–3 мес) приступы продолжительностью до 1 ч, протекающие по одинаковому сценарию: последовательное нарушение зрения, головокружение, онемение в левой руке, онемение носогубного треугольника, дизартрия. При этом накануне такого приступа отмечала боль прострелами в правом виске при изменении положения тела.

Данные объективного обследования не выявили значительного нарушения гемодинамики. Определяется четкая, симметричная пульсация височных артерий, в проекции сонных артерий шумовой симптоматики нет. Пульсация магистральных артерий верхних конечностей на всех уровнях с обеих сторон удовлетворительная. В проекции аорты и ее ветвей систолический шум. Пульсация магистральных артерий нижних конечностей на всех уровнях определяется с обеих сторон, на стопах ослаблена. Результаты измерения артериального давления (АД) на верхних и нижних конечностях представлены в таблице.

При ангиографии дуги аорты и ее ветвей были подтверждены коарктация аорты в типичном месте, расширение подключичной артерии, описан перегиб дуги



Показатели артериального давления (в мм рт.ст.) у пациентки К. в зависимости от нагрузки на верхних и нижних конечностях

Исследуемая конечность	АД до нагрузки	АД после нагрузки
Левая рука	120/100	120/95
Правая рука	120/95	120/95
Правая нога	120	120
Левая нога	120	120

аорты. При инвазивном измерении АД получены следующие данные: дуга аорты – 135/92 мм рт.ст., нисходящая аорта – 135/90 мм рт.ст., брюшной отдел аорты – 125/90 мм рт.ст., градиент систолического давления – 10 мм рт.ст.

Дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий также показало перегиб дуги аорты по типу кинкинг. Выявлена гипоплазия левой позвоночной артерии с развитием латентного синдрома позвоночно-подключичного обкрадывания, обусловленного наличием магистрально-измененного кровотока по левой подключичной артерии.

Эхокардиография показала, что размеры полостей сердца и толщина миокарда в норме, коронарный синус размерами 9 × 16 мм. Нарушения диастолической функции и сократимости нет. Бикуспидальный аортальный клапан без обструкции, но с гемодинамически незначимой регургитацией. Сбросов крови нет. В нисходящем отделе аорты в “типичном месте” имеются мембрана и сужение до 7 мм с градиентом давления 37 мм рт.ст. В брюшном отделе аорты магистральный тип кровотока. Нисходящий отдел аорты после сужения 22 мм, левая подключичная артерия расширена до 17 мм.

При рентгенографии органов грудной клетки данных о наличии патологии получено не было. Рентгенологическое исследование пищевода представлено на рис. 1, на уровне ключиц определяется небольшое сужение пищевода – компрессия расширенной дугой аорты.

Компьютерная томография с внутривенным болюсным контрастированием с применением неионного водорастворимого йодсодержащего контрастного препарата показала наличие патологического перегиба дуги аорты (рис. 2–5). Определена степень стеноза, сформировавшегося в месте коарктации – 65–70%. Аневризматическое расширение I сегмента левой подключичной артерии и нерезкое постстенотическое расширение грудной аорты. Впервые выявлена персистирующая ЛВПВ, при предыдущих исследованиях рентгенологами данная особенность развития не была отражена в протоколах.

Лабораторные исследования (общий анализ крови, общий анализ мочи, биохимический анализ крови, коагулограмма) не показали патологических изменений.

Пациентка не нуждалась в экстренном оперативном лечении и была выписана под амбулаторное наблюдение.

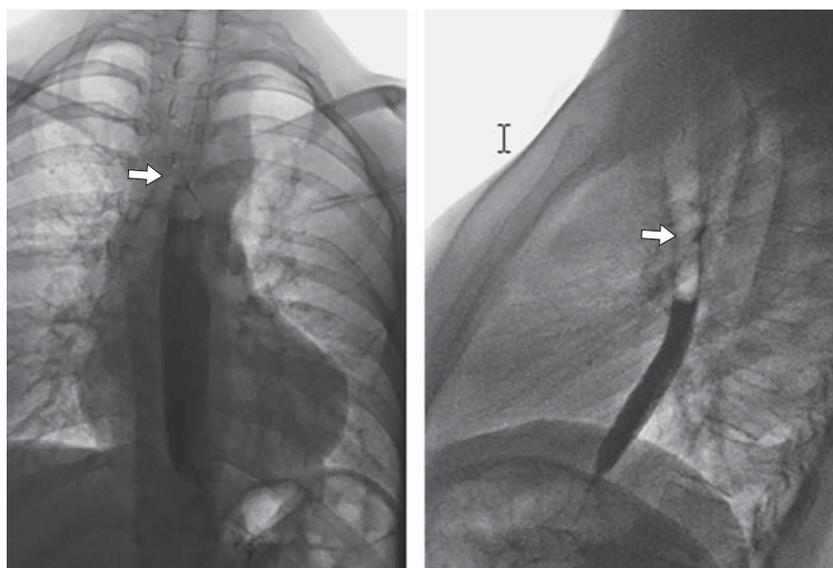


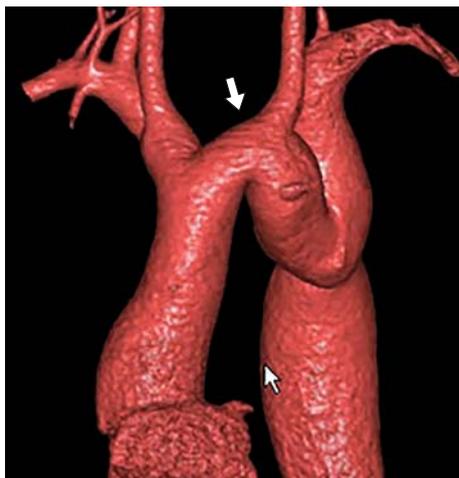
Рис. 1. Сужение в верхней трети пищевода расширенной дугой аорты (стрелка).



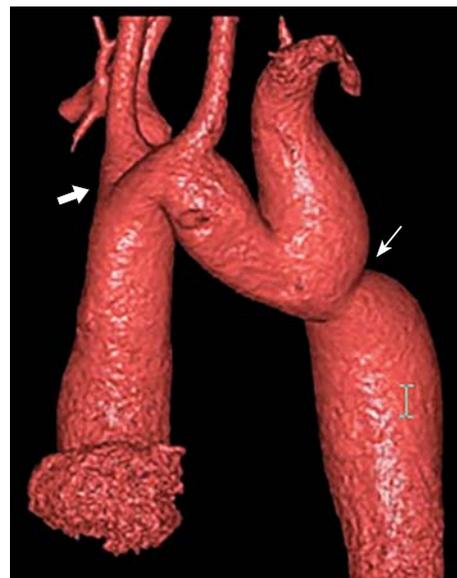
**Рис. 2.** Персистирующая левая верхняя полая вена указана стрелкой.



**Рис. 3.** Персистирующая левая верхняя полая вена указана черной стрелкой, белой стрелкой отмечена коарктация аорты в типичном месте.



**Рис. 4.** Патологический перегиб дуги аорты (стрелка).

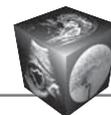


**Рис. 5.** Патологический перегиб дуги аорты (стрелка) и коарктация (тонкая стрелка) с расширением подключичной артерии.

## Заключение

При выявлении сочетанной сосудистой патологии, как в представленном клиническом наблюдении пациентки с коарктацией аорты в типичном месте и персистирующей ЛВПВ, необходимо дифференцировать связь имеющейся у пациента выраженной неврологической симптоматики с конкретной аномалией развития сосудов. При этом обязательным исследованием является компьютерная томография с внутривенным болюсным контрастированием аорты, ее ветвей, а также вен. Рентгенолог должен детально анализировать

представленное исследование и затем описывать как аорту, так и систему полых вен, чтобы лечащий врач мог иметь правильное представление о заболевании конкретного пациента. В описанном клиническом случае, вероятнее всего, имеющиеся неврологические отклонения являются проявлением выраженной коарктации с перегибом дуги аорты, что типично для данной аномалии развития. Хотя в литературе описано немного подобных случаев, выявленная персистирующая ЛВПВ с типичным вариантом впадения в коронарный синус не может давать симптоматику с нарушением



зрения, дизартирией и онемением рук. Данная особенность строения системы полых вен должна быть принята во внимание при любых оперативных вмешательствах, включающих в себя постановку центрального венозного катетера.

### Список литературы

1. Клиническая ангиология. Практическое руководство в 2-х томах. Т. 1; Под ред. А.В. Покровского. М.: Медицина, 2004. 1700 с.
2. Аракелян В.С., Иванов А.А., Макаренко В.Н., Сокольская Н.О., Ги Н.А. Проблемы диагностики врожденной деформации дуги аорты. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2010; 3 (3): 184–190.
3. Yuce M., Kizilkan N., Kus E., Davutoglu V., Sari I. Giant coronary sinus and absent right superior vena cava. *Vasa*. 2011; 40 (1): 65–67. DOI:10.1024/0301-1526/a000071.
4. Sankhla V., Vajifdar B., Shah M., Lokhandwala Y. Left sided biventricular pacemaker implantation in the presence of persistent left superior vena cava. *Indian Heart J*. 2010; 62: 344–345.
5. Shields T.W., Lo Cicero J., Reed C.E., Feins R.H. *General Thoracic Surgery*. Lippincott Williams & Wilkins, 2009. 2224 p.
6. Яшин С.М., Думпис Я.Ю. Добавочная левая верхняя полая вена: диагностика при лечении нарушений ритма. *Вестник аритмологии*. 2008; 53: 67–70.
7. Рыков М.Ю., Кириллова О.А., Дийлидите В.В., Субботина Н.Н., Михайлова Е.В., Черкасов В.А., Поляков В.Г. Аномальное развитие верхней полой вены: клинический пример. *Онкопедиатрия*. 2015; 2 (2): 149–153.
8. Żabówka A., Kotarba J., Siudak Z., Dudek D. Single and dual chamber pacemaker implantation in patients with left superior vena cava persistence – own experiences. *Adv. Interv. Cardiol*. 2017; 13, 2 (48): 170–172. DOI:10.5114/pwki.2017.68064.
9. Качарян А.А., Овчинников Р.С., Лесняк В.Н., Ардашев А.В. Персистирующая левая верхняя полая вена у пациента с имплантированной системой постоянной двухкамерной электрокардиостимуляции. *Клиническая практика*. 2015; 2: 24–26.

### References

1. Clinical angiology. A practical guide in 2 parts. Part 1. Ed. by A.V. Pokrovskiy. M.: Medicine, 2004. 1700 p. (In Russian)
2. Arakelyan V.S., Ivanov A.A., Makarenko V.N., Sokol'skaya N.O., Gi N.A. The problems of diagnostics congenital deformations of aortic arch. *Vestnik Experimentalnoy i Klinicheskoy Khirurgii*. 2010; 3 (3): 184–190. (In Russian)
3. Yuce M., Kizilkan N., Kus E., Davutoglu V., Sari I. Giant coronary sinus and absent right superior vena cava. *Vasa*. 2011; 40 (1): 65–67. DOI:10.1024/0301-1526/a000071.
4. Sankhla V., Vajifdar B., Shah M., Lokhandwala Y. Left sided biventricular pacemaker implantation in the presence of persistent left superior vena cava. *Indian Heart J*. 2010; 62: 344–345.
5. Shields T.W., Lo Cicero J., Reed C.E., Feins R.H. *General Thoracic Surgery*. Lippincott Williams & Wilkins, 2009. 2224 p.
6. Yashin S.M., Dumpis Ya.Yu. Additional left upper vena cava: diagnostics in treatment of rhythm disturbance. *Vestnik Arytmologii*. 2008; 53: 67–70. (In Russian)
7. Rykov M.Yu., Kirillova O.A., Diylidite V.V., Subbotina N.N., Mikhaylova Ye.V., Cherkasov V.A., Polyakov V.G. Abnormal development of the superior vena cava: clinical example. *Oncopediatriya*. 2015; 2 (2): 149–153. (In Russian)
8. Żabówka A., Kotarba J., Siudak Z., Dudek D. Single and dual chamber pacemaker implantation in patients with left superior vena cava persistence – own experiences. *Adv. Interv. Cardiol*. 2017; 13, 2 (48): 170–172. DOI:10.5114/pwki.2017.68064.
9. Kacharyan A.A., Ovchinnikov R.S., Lesnyak V.N., Ardashev A.V. Persistent left upper vena cava in a patient with an implantation system of constant two-chamber electrocardiostimulation. *Clinicheskaya praktika*. 2015; 2: 24–26. (In Russian)

Поступила в редакцию 07.12.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 07.12.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-30-40

## Лучевые методы в диагностике и стадировании рака желудка

Солодкий В.А., Нуднов Н.В.\* , Чхиквадзе В.Д. , Гончаров С.В., Барышникова Д.В., Грунин И.Б., Сидорова Е.В., Мнацаканова И.В.

ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России, Москва, Россия

## Radiation Methods in Diagnostic and Staging of Stomach Cancer

Solodkiy V.A., Nudnov N.V.\* , Chkhikvadze V.D., Goncharov S.V., Baryshnikova D.V., Grunin I.B., Sidorova E.V., Mnatsakanova I.V.

Russian Scientific Center of Roentgenradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

**Цель исследования:** оценить возможности лучевой диагностики в распознавании и стадировании рака желудка.

**Материал и методы.** Проанализированы результаты обследования 307 больных раком желудка, у которых были выполнены эндоскопические, рентгенологические и компьютерно-томографические исследования с целью как первичной диагностики рака желудка, так и установления стадии процесса, пролеченных за период с 2014 по 2017 г.

**Результаты.** При рентгенологическом исследовании проксимальный рак желудка выявлен у 63 (20,5%) больных, тела – у 202 (65,8%) и дистальный – у 42 (13,7%) больных. Во всех случаях нам удалось точно диагностировать рак желудка, установить его локализацию и распространение по стенкам желудка. МСКТ позволила определить распространение опухоли за пределы органа. В результате комплексного лучевого обследования больных раком желудка удалось установить стадию процесса. I стадия была выявлена у 40 (13,0%) больных, II – у 117 (38,2%), III – у 102 (33,2%), IV – у 48 (15,6%). Из 307 больных раком желудка в последующем были выполнены различные виды хирургических вмешательств у 254 (83%), химиотерапия, как самостоятельный вид лечения выполнялась у 49 (16%), отказались от какого-либо лечения, 4 (1%) больных.

**Заключение.** Комплексная лучевая диагностика высокоинформативна для выявления и стадирования рака желудка.

**Ключевые слова:** рак желудка, рентгенологический метод, МСКТ, стадирование процесса, оценка эффектов.

**Ссылка для цитирования:** Солодкий В.А., Нуднов Н.В., Чхиквадзе В.Д., Гончаров С.В., Барышникова Д.В., Грунин И.Б., Сидорова Е.В., Мнацаканова И.В.

Лучевые методы в диагностике и стадировании рака желудка. *Медицинская визуализация.* 2017; 21 (6): 30–40. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-30-40.

\*\*\*

**Purpose.** To assess the possibilities of methods of radiation diagnosis in the recognition and staging of gastric cancer.

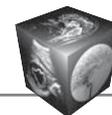
**Material and methods.** The results of inspection of 307 patients with cancer of a stomach at which endoscopic, radiological and computer tomography researches on purpose, both primary diagnosis of gastric cancer, and establishment of a staging of process have been executed have been analyzed from 2014 to 2017.

**Results.** At a radiological research proximal cancer of a stomach is revealed at 63 (20,5%) patients, a body – at 202 (65.8%) and distally – at 42 (13.7%) patients. In all cases we managed to diagnose precisely stomach cancer, its localization and distribution on stomach walls. MSCT allowed to determine the spread of the tumor beyond the organ. Results of comprehensive examination of patients with cancer of a stomach have allowed to stage the process. The first stage has been established at 40 (13.0%) patients, second – at the 117 (38.2%), third – at the 102 (33.2%), fourth – at 48 (15.6%). Of the 307 patients with gastric cancer, various types of interventions were subsequently performed in 254 (83%), chemotherapy, as an independent type of treatment was performed in 49 (16%), refused any treatment of 4 (1%) patients.

**Conclusion.** Complex radiation diagnosis is highly informative for the detection and staging of stomach cancer.

**Key words:** stomach cancer, X-ray method, MSCT, staging of the process, evaluation of effects.

**Recommended citation:** Solodkiy V.A., Nudnov N.V., Chkhikvadze V.D., Goncharov S.V., Baryshnikova D.V.,



Grunin I.B., Sidorova E.V., Mnatsakanova I.V. Radiation Methods in Diagnostic and Staging of Stomach Cancer. *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 30–40. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-30-40.

\*\*\*

## Введение

В России одна из самых частых локализаций рака – желудок, который занимает 4-е место по данным Всемирной организации здравоохранения за 2015 г. Более чем у 64% первично выявляемых больных рак желудка регистрируется на III и IV стадии [1]. 48,5% больных с впервые установленным раком желудка умирают в течение первого года [2].

Еще вчера рентгенологический метод являлся приоритетным в диагностике рака желудка. Многопроеекционное исследование желудка в условиях тугого наполнения и двойного контрастирования, исследование с компрессией не оставляли никаких сомнений в возможности выявлять самые незначительные изменения слизистой желудка, даже в самых труднодоступных местах, таких как свод и кардиальный отдел желудка [3, 4]. Наличие дефекта наполнения, деформации контуров, изменение размеров и формы желудка, сужение или расширение его, нарушение эвакуации — это те рентгенологические симптомы, которые указывали на наличие поражения и локализацию процесса. Это и позволяло определить вид и объем оперативного вмешательства [5–7].

Появление компьютерной томографии (КТ) позволило не виртуально, а объективно не предполагать, а точно устанавливать степень распростра-

нения рака желудка за его пределы [8, 9]. КТ имеет важное значение, так как на каждом этапе комплексного и комбинированного лечения больных раком желудка позволяет решать конкретные клинические задачи [10]. Можно точно увидеть и оценить степень инфильтрации малого и большого сальника, гепатодуоденальной связки, левой доли печени, ножек диафрагмы, толстой кишки, поджелудочной железы, прорастание в сосуды, наличие увеличенных лимфатических узлов, метастазов [11–17]. Все это позволило говорить о возможности стадирования рака желудка, что является определяющим в выборе объема оперативного вмешательства, и о необходимости проведения в последующем химиолучевого лечения, а также прогнозировать развитие возможного рецидива заболевания [18–21].

## Цель исследования

Оценка комплексной лучевой диагностики в распознавании и стадировании рака желудка.

## Материал и методы

Проанализированы результаты обследования 307 больных раком желудка, у которых были выполнены эндоскопические, рентгенологические и КТ-исследования с целью как первичной диагностики рака желудка, так и установления стадии процесса, находившихся на лечении в период с 2014 по 2017 г. Среди пациентов было 129 (42%) мужчин и 178 (58%) женщин. Возраст пациентов варьировал от 31 года до 90 лет, составляя в среднем  $63,7 \pm 11,3$  года.

**Для корреспонденции\***: Нуднов Николай Васильевич – 117997 Москва, Профсоюзная ул., д. 86. ФГБУ “РНЦРР” МЗ РФ. Тел.: 8-985-224-04-68. E-mail: nudnov@rncrr.ru

**Солодкий Владимир Алексеевич** – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, директор ФГБУ “РНЦРР” МЗ РФ, Москва; **Нуднов Николай Васильевич** – доктор мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГБУ “РНЦРР” МЗ РФ, Москва; **Чхиквадзе Владимир Давидович** – доктор мед. наук, профессор, заведующий научно-исследовательским отделом хирургии и хирургических технологий ФГБУ “РНЦРР” МЗ РФ, Москва; **Гончаров Сергей Владимирович** – канд. мед. наук, заведующий хирургическим отделением абдоминальной онкологии ФГБУ “РНЦРР” МЗ РФ, Москва; **Барышникова Дарья Владимировна** – канд. мед. наук, заведующая отделением рентгеновской диагностики с кабинетами рентгеновской и магнитно-резонансной компьютерной томографии ФГБУ “РНЦРР” МЗ РФ, Москва; **Грунин Игорь Борисович** – канд. мед. наук, заведующий отделением внутривидеотомографической диагностики и лечения ФГБУ “РНЦРР” МЗ РФ, Москва; **Сидорова Елена Владимировна** – клинический ординатор по специальности “рентгенология” ФГБУ “РНЦРР” МЗ РФ, Москва; **Мнацаканова Ирина Владимировна** – клинический ординатор по специальности “рентгенология” ФГБУ “РНЦРР” МЗ РФ, Москва.

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

**Vladimir A. Solodkiy** – academician of Russian Academy of Sciences, doct. of med. sci., professor, Director of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow, Russia; **Nikolay V. Nudnov** – doct. of med. sci., professor of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow, Russia; **Vladimir D. Chkhikvadze** – doct. of med. sci., professor, head of the Research Department of Surgery and Surgical Technologies of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow, Russia; **Sergey V. Goncharov** – cand. of med. sci., surgeon-oncologist of the highest category, head surgical department of abdominal oncology of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow, Russia; **Daria V. Baryshnikova** – cand. of med. sci., doctor of the highest category, head department of X-ray diagnostics with X-ray and magnetic resonance computed tomography of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow, Russia; **Igor B. Grunin** – cand. of med. sci., doctor of the highest category, head department of Intraluminal Endoscopic Diagnosis and Treatment of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow, Russia; **Elena V. Sidorova** – a clinical resident on the specialty in radiology Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow, Russia; **Irina V. Mnatsakanova** – a clinical resident on the specialty in radiology Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow, Russia.



Рентгенологические исследования желудка выполняли на рентгеновском аппарате Toshiba Winscope, КТ-исследования – на компьютерном томографе Toshiba Aquilion фирмы Тошиба.

В качестве контрастного средства при рентгенологическом исследовании использовался порошок сульфата бария (БАР-ВИПС). Внутривенное болюсное контрастирование при КТ-исследованиях проводили с применением контрастных средств Юнигексол и Ультравист в дозировке 350 мг/мл. Введение контрастных препаратов осуществляли с помощью автоматического инъектора Medrad (США).

При рентгенологическом исследовании проксимальный рак желудка выявлен у 63 (20,5%) больных, тела – у 202 (65,8%) и дистальный – у 42 (13,7%) больных. При этом в процессе рентгенологического исследования было установлено распространение рака желудка на пищевод в 30 (10%) случаях, на двенадцатиперстную кишку – в 2 (0,7%) случаях. Помимо этого, отмечались различной степени явления нарушения проводимости эзофагокардиального перехода и эвакуаторной функции желудка.

В процессе дальнейшего комплексного обследования больных с применением МСКТ с внутривенным контрастным усилением были выявлены признаки распространения рака желудка на поджелудочную железу – в 11(4%) случаях, прорастание в капсулу печени – в 2 (0,7%), в стенку толстой кишки – в 3 (0,9%), стенку тонкой кишки – в 3 (0,9%) случаях. Поражение регионарных лимфатических узлов выявлено у 125 (41%) пациентов. Метастазы в печень отмечены у 32 (10%) пациентов, яичники – у 7 (2%), в кости – у 4 (1%), надключичные лимфоузлы – у 6 (1,9%), в легкие – у 4 (1%), в надпочечники – у 3 (0,9%) и в мягкие ткани – у 1 (0,3%) больного. Асцит разной степени выраженности выявили у 25 (8%) пациентов.

По гистологическому строению чаще встречалась низкодифференцированная аденокарцинома – 103 (37%) случая, умереннодифференцированная аденокарцинома выявлена в 81 (29%) случае, перстневидно-клеточный рак – в 53 (19%), высокодифференцированная аденокарцинома – в 25 (9%), недифференцированная аденокарцинома – в 13 (4,6%), малодифференцированная аденокарцинома – в 5 (1,4%) случаях.

Результаты комплексного обследования больных раком желудка позволили стадировать процесс. I стадия (T1N0M0) была установлена у 40 (13,0%) больных, II (T2–3N0M0) – у 117 (38,2%), III (T1–3N1–2M0; T4N0M0) – у 102 (33,2%), IV (T1–3N3M0; T4N1–3M1) – у 48 (15,6%).

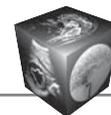
Из 307 больных раком желудка в последующем были выполнены различные виды вмешательств у 254 (83%): гастрэктомия – у 121 (48%) больного, субтотальная проксимальная резекция желудка – у 46 (18%), субтотальная дистальная резекция желудка – у 63 (25%), паллиативная гастрэктомия – у 8 (3%), наложение гастроэнтероанастомоза – у 4 (1,2%), гастростомия – у 1 (0,4%), установка пищевода стента – у 10 (4%), пилородуоденального стента – у 1 (0,4%), эксплоративная лапаротомия – у 1 (0,4%). Химиотерапия, как самостоятельный вид лечения, выполнялась у 49 (16%); отказались от какого-либо лечения 4 (1%) больных.

## Обсуждение

Во всех случаях благодаря рентгенологическому методу, методам компьютерной диагностики и эндоскопии нам удалось точно диагностировать рак желудка, его локализацию и распространение по стенкам, установить переход на абдоминальный отдел пищевода [22, 23]. Конечно, сегодня этого недостаточно для полного и всестороннего представления о поражении, для выбора вида и объема оперативного вмешательства [24]. Поэтому мы во всех случаях при установленном раке желудка обязательно выполняем КТ. Это позволяет проследить распространение опухоли за пределы органа. При этом можно точно установить инфильтрацию окружающих тканей, прорастание в печень, поджелудочную железу, наличие увеличенных регионарных единичных и конгломераты лимфатических узлов, метастазы в печень. Полученные данные позволили четко стадировать процесс рака желудка еще до операции [25, 26].

### Приводим клиническое наблюдение 1.

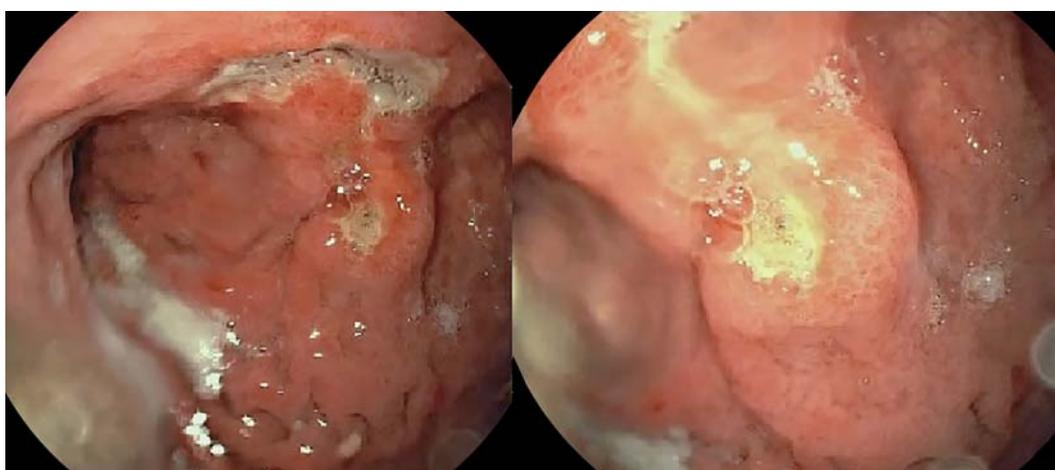
Пациент Д., 60 лет. У больного в августе 2017 г. при эндоскопическом исследовании на амбулаторном этапе была выявлена язва субкардиального отдела желудка, что подтверждено гистологическим исследованием биопсийного материала (заключение: воспалительные ткани). Назначен курс противовоспалительной и противоязвенной терапии. При контрольной эзофагогастро-дуоденоскопии (ЭГДС) в октябре 2017 г. – без положительной динамики. При повторном гистологическом исследовании биопсийного материала выявлена умереннодифференцированная аденокарцинома желудка (№8206-09). Больной направлен в ФГБУ «РНЦРР» Минздрава России. При ЭГДС: пищевод свободно проходим, стенки эластичные. Перистальтика прослеживается. Слизистая оболочка бледно-розовая, блестящая. Кардиальный жом смыкается. Z-линия на расстоянии 44 см от резцов. Пищеводное отверстие диафрагмы на расстоянии 45 см. Желудок не деформирован, нормального размера. На расстоянии около 0,8 см от пище-



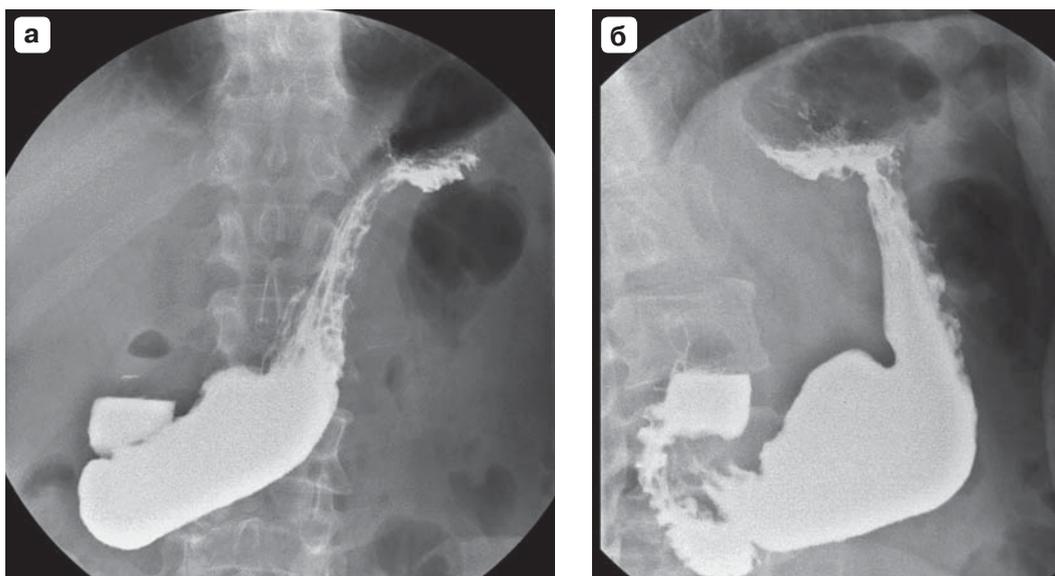
водного отверстия диафрагмы в субкардиальном отделе на задней стенке определяется инфильтративное опухолевое образование с нечеткими границами с окружающей слизистой размерами около 3,5 × 3,5 см, с наличием двух рядом расположенных изъязвлений размерами 2,0 × 1,0 × 0,3 и 0,7 × 0,7 × 0,1 см, покрытых фибрином (рис. 1). Гистологическое исследование биопсийного материала (№ 27846-55/17) показало наличие умереннодифференцированной аденокарциномы желудка. При рентгенологическом исследовании желудок натощак содержит жидкость и слизь, складки слизистой утолщены. На расстоянии приблизительно 1,5 см от кардиоэзофагеального перехода дефект на-

полнения с неровными и нечеткими контурами размерами 3,3 × 3,5 см. Стенка желудка на данном участке ригидна (рис. 2). При МСКТ: стенки желудка не утолщены, не деформированы, с четкими контурами. Желудок окружен неизменной жировой тканью. Данных о наличии отдаленного и регионарного метастазирования нет (рис. 3). Больному поставлен диагноз: рак кардиального отдела желудка T2N0M0. Оперирован. Выполнена проксимальная субтотальная резекция желудка с тонкокишечной вставкой (рис. 4).

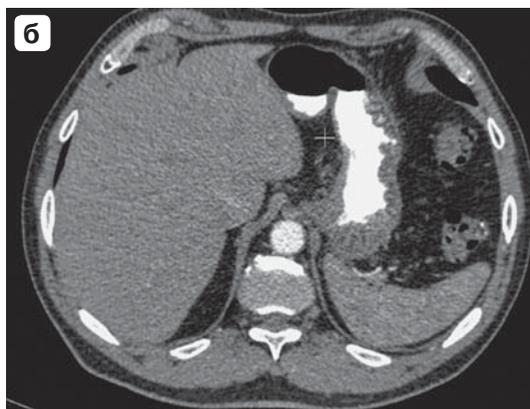
Данный случай убедительно показывает достоверность в установлении диагноза и его распространения только по стенке желудка.



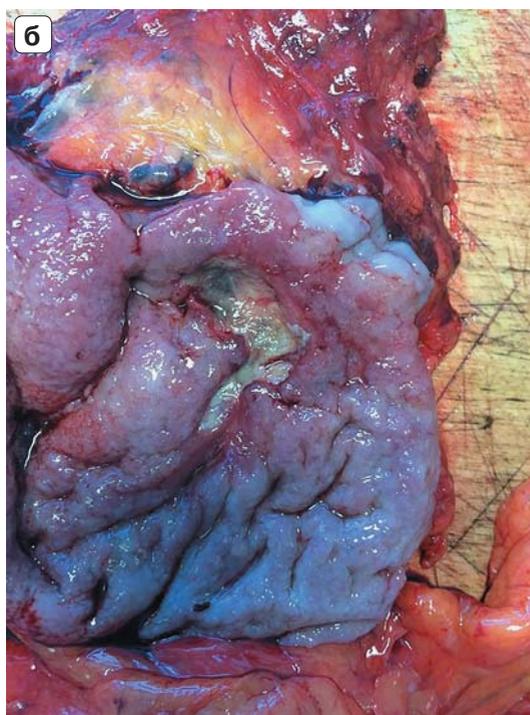
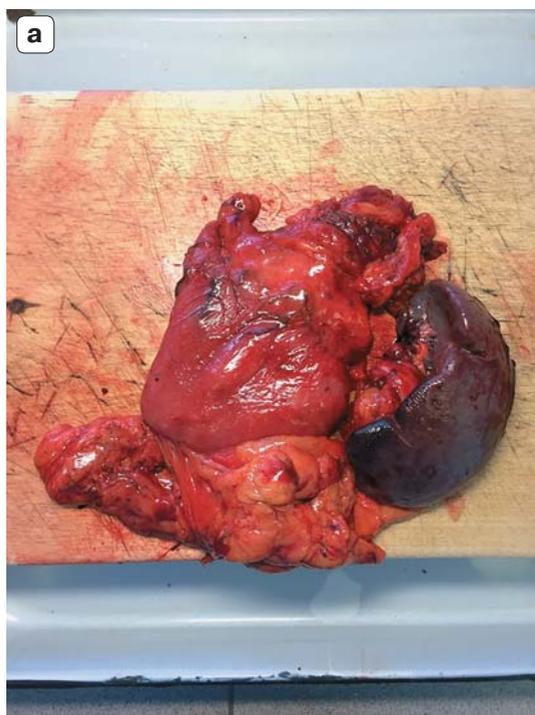
**Рис. 1.** ЭГДС, фотоизображение. Рак кардиального отдела желудка.



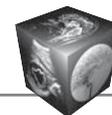
**Рис. 2.** Рентгенограммы желудка в условиях тугого наполнения. В области кардиоэзофагеального перехода определяется дефект наполнения с неровными нечеткими контурами размерами 3,3 × 3,5 см. а – прямая проекция; б – боковая проекция.



**Рис. 3.** МСКТ-изображения органов брюшной полости с пероральным и внутривенным контрастированием. а – фронтальная плоскость; б – аксиальная плоскость. Стенки желудка не утолщены, не деформированы, с четкими контурами.



**Рис. 4.** Вид послеоперационного препарата после проксимальной субтотальной резекции желудка. а – удаленный макропрепарат; б–удаленный макропрепарат на разрезе.



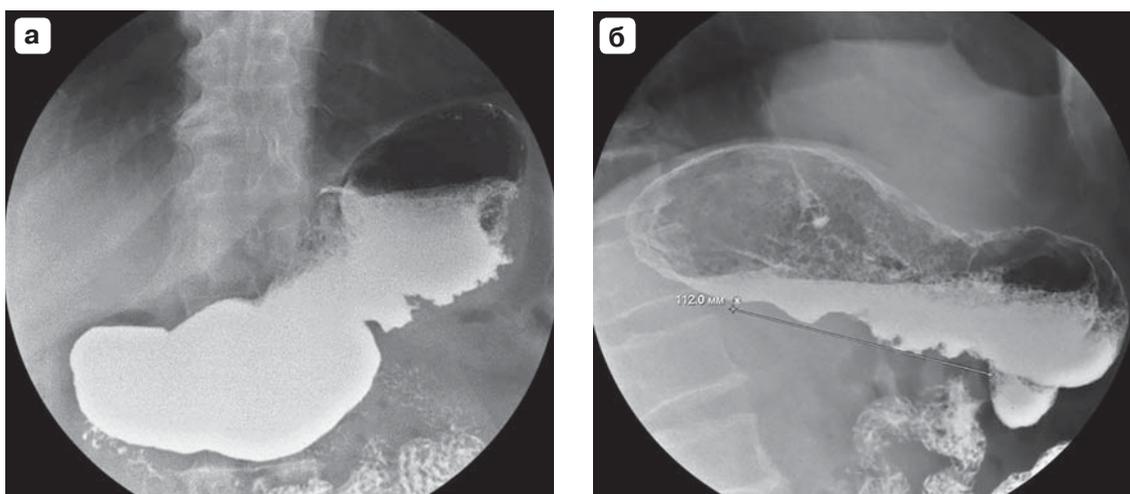
## Приводим **клиническое наблюдение 2.**

Больной Д., 54 лет. В августе 2017 г. больной обратился с жалобами на слабость и бледность кожных покровов. При ЭГДС-исследовании выявлен рак кардиального отдела желудка (рис. 5). При гистологическом исследовании биопсийного материала (N41244/17) – высокодифференцированная аденокарцинома желудка. При рентгенологическом исследовании желудка в кардиальном отделе и теле желудка по малой кривизне выявляется дефект наполнения, обусловленный наличием опухоли размерами 12,0 × 5,0 см, с неровными бугристыми контурами. Отмечается нарушение перистальтики пораженных стенок желудка. Эвакуация из желудка не нарушена. Луковица двенадцатиперстной кишки без особенностей (рис. 6). При МСКТ органов брюшной полости с внутривенным контрастным усилением (Ультравист) в кардиальном отделе желудка по малой кривизне на протяжении 8 см выявляется утолщение стенок желудка до 1,4 см и неоднородное накопление контрастного препарата. Отмечается распространение опухоли за пределы стенки желудка с инфильтрацией окружающей жировой клетчатки, проявляющееся ее уплотнением. Помимо этого, в малом сальнике выявляются множественные увеличенные до 2,6 × 1,6 см лимфатические узлы (рис. 7). Больному поставлен диагноз: рак тела желудка Т3N1M0. Больному выполнена гастрэктомия (рис. 8). Дооперационные изменения полностью подтверждены.

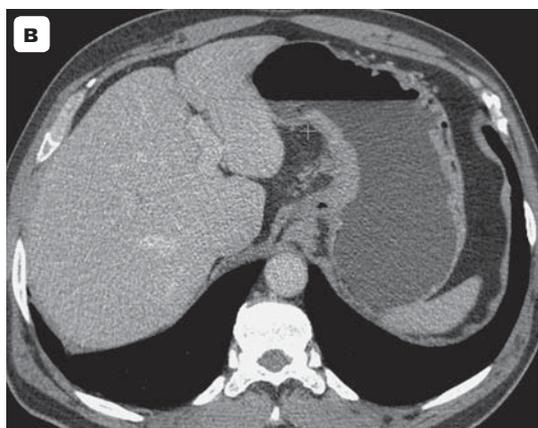
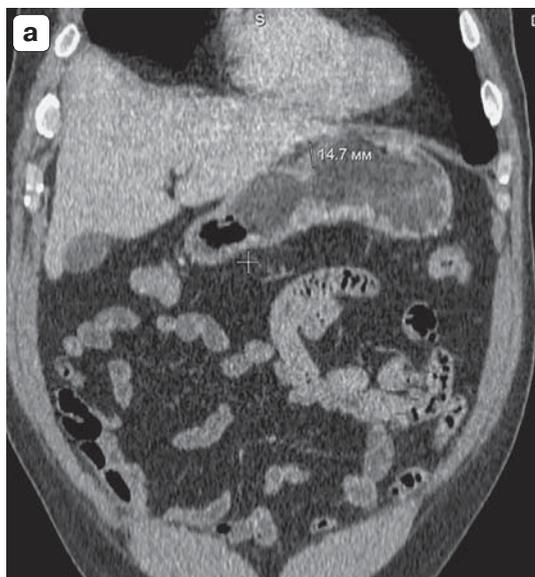
Данный случай убедительно показывает возможности МСКТ в распространении рака желудка на малый сальник и поражение лимфатических узлов.



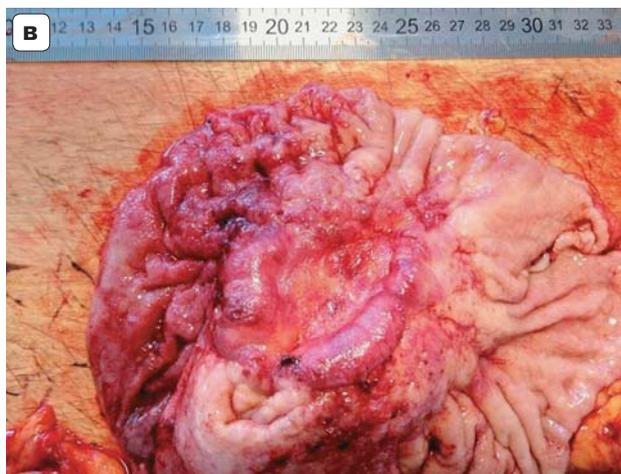
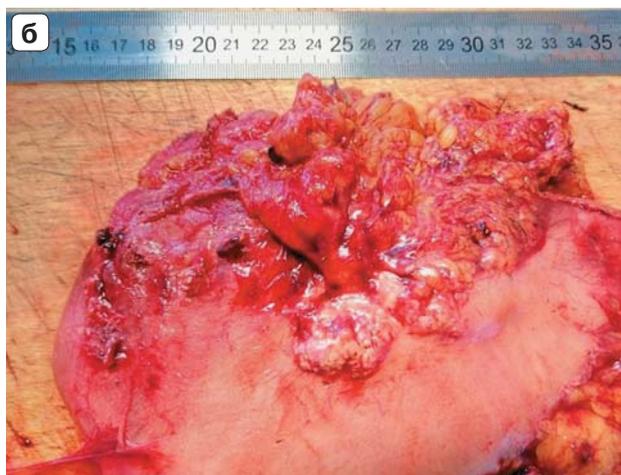
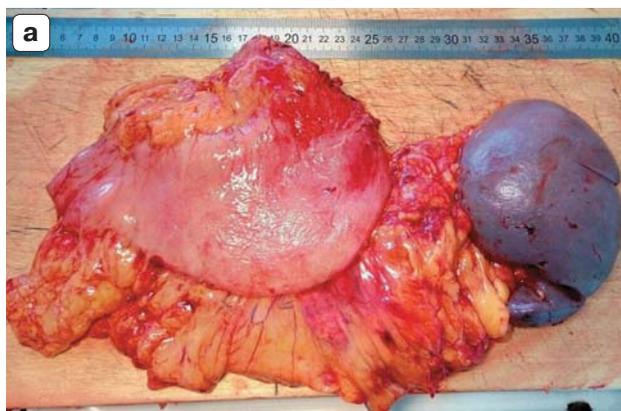
**Рис. 5.** ЭГДС, фотоизображение. Рак кардиального отдела желудка.



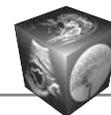
**Рис. 6.** Рентгенограммы желудка в условиях двойного контрастирования. По малой кривизне определяется дефект наполнения с неровными бугристыми контурами. а – прямая проекция на спине; б – косая проекция.



**Рис. 7.** МСКТ-изображения органов брюшной полости с внутривенным контрастным усилением. а – во фронтальной плоскости; б – в сагиттальной плоскости; в – в аксиальной плоскости.



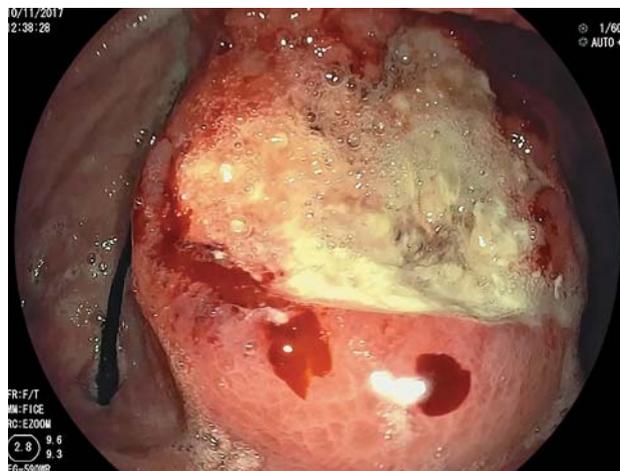
**Рис. 8.** Вид послеоперационного препарата после гастрэктомии. а – удаленная опухоль в конгломерате с селезенкой и сальником; б – выделенная опухоль тела желудка; в – макропрепарат желудка на разрезе.



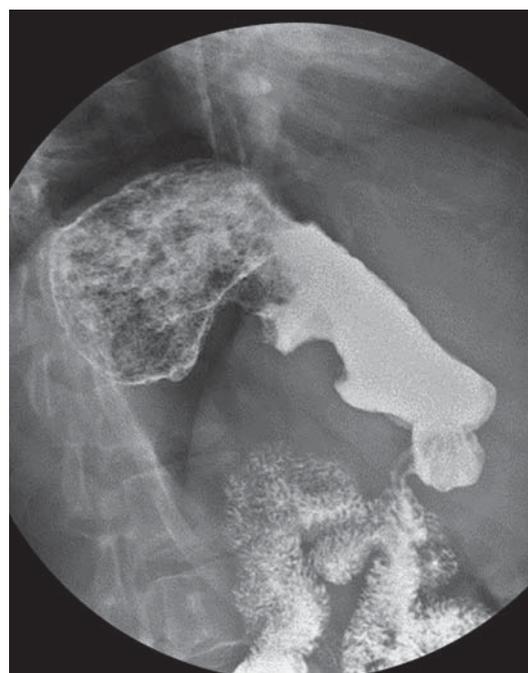
### Приводим клиническое наблюдение 3.

Пациент З., 42 лет. Из анамнеза заболевания известно, что последние 5 лет больной отмечает периодические боли в эпигастриальной области. Однако ежегодные ФГДС патологии не выявляли. Последние 4 мес стали беспокоить “голодные” боли, тошнота, тяжесть в животе. В ноябре выполнена ЭГДС – выявлена опухоль желудка. Обратился в ФГБУ “РНЦРР” Минздрава России. При повторной ЭГДС в верхней, средней и частично в нижней трети тела желудка, преимущественно по задней стенке с переходом на малую кривизну, определяется бугристое опухолевое образование размерами 6,0 × 5,0 см. В центре образования имеется изъязвление размерами 3,0 × 3,0 × 0,5 см, обильно покрытое некрозом. Проксимальная граница опухоли определяется на расстоянии около 1,5 см от розетки кардии; дистальная граница – на расстоянии около 7–8 см от привратника (рис. 9). При гистологическом исследовании биопсийного материала (28691-94/17) – умереннодифференцированная аденокарцинома желудка. По данным рентгенологического исследования в теле желудка, по малой кривизне с переходом на переднюю стенку, на протяжении 9,6 × 6,0 см отсутствуют складки, а также перистальтика. Перистальтические волны присутствуют только в антральном отделе желудка. Стенки желудка по малой кривизне с неровными бугристыми контурами (рис. 10). По данным МСКТ: стенки желудка циркулярно утолщены до 2 см на протяжении 6 см, неоднородно накапливающие контрастный препарат. Вдоль малой кривизны желудка конгломерат лимфатических узлов размерами до 4,9 × 3,8 × 3,3 см. Отмечаются инфильтрация жировой клетчатки малого сальника за счет распространения опухоли, а также плоскостное ее соприкосновение с телом поджелудочной железы на протяжении 2 см. В С<sub>II</sub> и С<sub>VII</sub> печени определяются гиподенсные образования размерами 0,5 × 0,3 и 1,7 × 1,2 × 1,4 см соответственно, накапливающие контрастный препарат, что характерно для гемангиом (рис. 11). Диагноз: рак тела желудка Т3N1M0. Гемангиомы печени. Больной оперирован. Выполнена гастрэктомия (рис. 12).

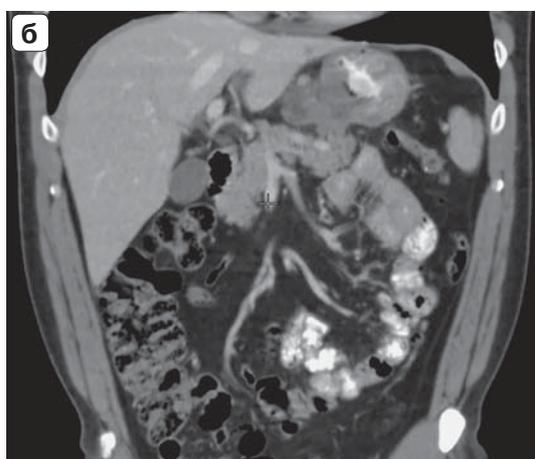
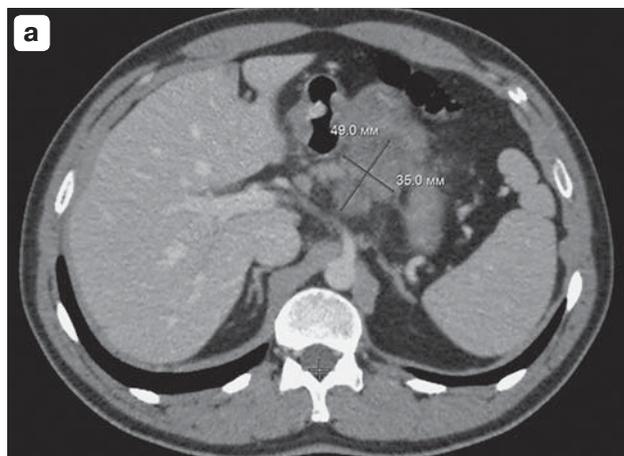
Данный случай демонстрирует возможности МСКТ в диагностике распространения опухолевого процесса за пределы желудка. При этом четко указано на наличие увеличенных лимфатических узлов и плоскостное соприкосновение опухоли с поджелудочной железой на ограниченном участке, но при этом отсутствуют признаки прорастания, что позволило выполнить гастрэктомию.



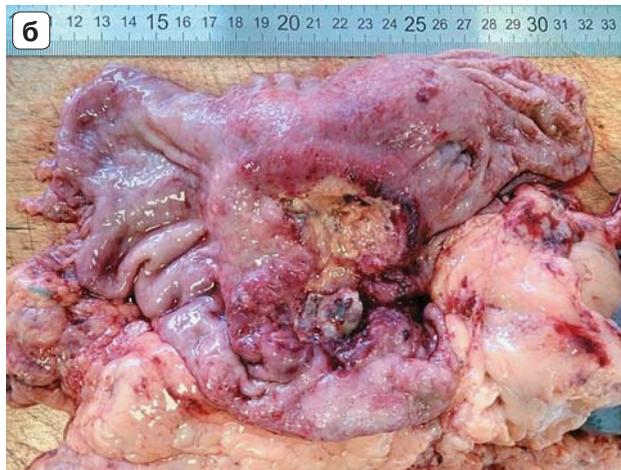
**Рис. 9.** ЭГДС, фотоизображение. В теле желудка определяется бугристое опухолевое образование с изъязвлением в центре, обильно покрытое некрозом.



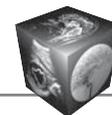
**Рис. 10.** Рентгенограмма желудка в условиях двойного контрастирования, в косой проекции. В теле желудка и по малой кривизне определяется дефект наполнения с неровными бугристыми контурами.



**Рис. 11.** МСКТ-изображения органов брюшной полости с пероральным и внутривенным контрастным усилением. а – в аксиальной плоскости: вдоль малой кривизны определяется конгломерат лимфатических узлов; б – во фронтальной плоскости: стенки желудка циркулярно утолщены, неоднородно накапливают контрастный препарат. Определяется инфильтрация жировой клетчатки малого сальника; в – во фронтальной плоскости: в C<sub>II</sub> и C<sub>VII</sub> печени определяются округлые гиподенсные образования.



**Рис. 12.** Вид послеоперационного препарата после проведенного хирургического лечения. а – удаленный макропрепарат; б – удаленный макропрепарат на разрезе.



## Заключение

В завершение мы бы хотели еще раз подтвердить известный постулат: “кесареву кесарево”. Только в комбинации всех существующих методов с учетом их возможностей и ограничений в зависимости от задачи исследования можно добиться наибольшего диагностического успеха. Не менее важное значение имеет правильное классическое выполнение рентгенологического исследования желудка. Всякие необоснованные “вольности” в методическом исполнении исследования могут обернуться диагностическими ошибками как в сторону недооценки полученных результатов, так и, наоборот, привести к гипердиагностике.

## Список литературы

1. Sobin L., Gospodarowicz M., Wittekind C. TNM classification of malignant tumors. 7th ed. New York: Wiley, 2010. 322 p.
2. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2016 году. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ “НМИРЦ” Минздрава России, 2017. 236 с.
3. Тагер И.Л. Ошибки и трудности в рентгенодиагностике рака желудка. М.: Медгиз, 1959. 169 с.
4. Киношенко Ю.Т. Слово в защиту традиционного рентгенологического исследования в диагностике рака желудка. Материалы Украинського конгресу радіологів України. 2009: 113–116.
5. Власов П.В. Рентгенодиагностика заболеваний пищеварения. Серия “Классическая рентгенология”; Под общей редакцией Г.Г. Кармазановского. М.: Видар, 2008. 280 с.
6. Baert A.L., Freeman A.H., Sala E. Radiology of the Stomach and Duodenum. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008: 111–127.
7. Янкин А.В. Современная хирургия рака желудка. *Практическая онкология*. 2009; 10 (1): 12–19.
8. Агабабян Т.А., Силантьева Н.К., Скоропад В.Ю. Диагностика внеорганных распространения рака желудка методом мультиспиральной компьютерной томографии. *Медицинская визуализация*. 2011; 6: 21–29.
9. Агабабян Т.А., Силантьева Н.К. Диагностика метастатического поражения регионарных лимфатических узлов при раке желудка. *Медицинская визуализация*. 2014; 1: 14–21.
10. Силантьева Н.К., Агабабян Т.А., Скоропад В.Ю., Гришина О.Г. Задачи компьютерной томографии при обследовании больных раком желудка в онкорadiологической клинике. *Сибирский онкологический журнал*. 2015; 5: 5–13.
11. Портной Л.М., Сташук Г.А., Денисова Л.Б., Нефедова В.О., Легостаева Т.Б., Яурова Н.В., Чекунова Е.В. Современные возможности лучевой диагностики рака желудка (традиционное рентгенологическое, ультразвуковое, компьютерно-томографическое и магнитно-резонансно-томографическое исследования). *Медицинская визуализация*. 2000; 2: 3–14.
12. Портной Л.М., Вятчанин О.В. Новые взгляды на лучевую диагностику рака желудка (методико-семиоти-

- ческие и организационные аспекты). М.: Видар-М, 2004. 284 с.
13. Portnoy L.M. Radiologic Diagnosis of Gastric Cancer A new Outlook. Berlin; Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006: 97–169.
14. Kwee R.M., Kwee T.C. Imaging in local staging of gastric cancer: a systematic review. *J. Clin. Oncol.* 2007; 15: 299–305.
15. Cidon E., Cuenca I. Gastric adenocarcinoma: is computed tomography useful in preoperative staging? *Clin. Med.: Oncology*. 2009; 3: 91–97.
16. Kwee R.M., Kwee T.C. Imaging in assessing lymph node status in gastric cancer. *Gastric Cancer*. 2009; 12: 6–22.
17. Брамс Х.Ю. Желудочно-кишечный тракт. М.: МЕД-пресс-информ, 2010: 209–212.
18. Горшков А.Н., Мешков В.М., Грачева Н.И., Зарицкая В.А. Возможности лучевых методов исследования (УЗИ, КТ) в предоперационной оценке внутривисцеральной инвазии рака желудка. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2001; 2: 27–34.
19. Chen C.Y., Hsu J.S., Wu D.C., Kang W.Y., Hsieh J.S., Jaw T.S., Wu M.T., Liu G.C. Gastric cancer: preoperative local staging with 3D multi-detector row CT – correlation with surgical and histopathologic results. *Radiology*. 2007; 242 (2): 472–482.
20. Стилиди И.С., Неред С.Н. Современные представления об основных принципах хирургического лечения местно-распространенного рака желудка. *Практическая онкология*. 2009; 10 (1): 20–27.
21. Burbidge S., Mahady K., Naik K. The role of CT and staging laparoscopy in the staging of gastric cancer. *Clin. Radiol.* 2013; 68: 251–255. DOI: 10.1016/j.crad.2012.07.015.
22. Соколов Ю.Н., Антонович В.Б. Рентгенодиагностика опухолей пищеварительного тракта. М.: Медицина, 1981. 314 с.
23. Линденбратен Л.Д., Наумов Л.Б. Медицинская рентгенология. М.: Медицина, 1984. 384 с.
24. Березов Ю.Е., Варшавский Ю.В. Оперированный желудок. М.: Медицина, 1974. 192 с.
25. Kim A.Y., Kim H.J., Ha H.K. Gastric cancer by multidetector row CT: preoperative staging. *Abdom. Imaging*. 2005; 30 (4): 465–472.
26. Hur J., Park M.S., Lee J.H., Lim J.S., Yu J.S., Hong Y.J., Kim K.W. Diagnostic accuracy of multidetector row computed tomography in T and N staging of gastric cancer with histopathologic correlation. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2006; 30 (3): 372–377.

## References

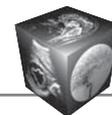
1. Sobin L., Gospodarowicz M., Wittekind C. TNM classification of malignant tumors. 7th ed. New York: Wiley, 2010. 322 p.
2. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V. Condition of the oncological help to the population of Russia in 2016. M.: MNIОI im. P.A. Gertsena – filial FGBU “NMIRTs” Minzdrava Rossii, 2017. 236 p. (In Russian)
3. Tager I.L. Errors and difficulties in X-ray diagnosis of stomach cancer. Moscow: Medgiz, 1959. 169 p. (In Russian)
4. Kinoshenko Yu.T. Word in defense of traditional X-ray study in the diagnosis of gastric cancer. Material of the Ukrainian congress of the Radiologists of Ukraine. 2009: 113–116. (In Russian)



5. Vlasov P.V. X-ray diagnostics of digestive diseases. Series "Classical Radiology" Under the general editorship of G.G. Karmazanovsky. Moscow: Vidar, 2008. 280 p. (In Russian)
6. Baert A.L., Freeman A.H., Sala E. Radiology of the Stomach and Duodenum. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008: 111–127.
7. Yankin A.V. Modern surgery of stomach cancer. *Practical oncology*. 2009; 10 (1): 12–19. (In Russian)
8. Agababian T.A., Silanteva N.K., Skoropad V.Yu. Evaluation of local spread of gastric cancer with multidetector computed tomography. *Medical Visualization*. 2011; 6: 21–29. (In Russian)
9. Agababian T.A., Silanteva N.K. Assessment of Lymph Node Status in Gastric Cancer. *Medical Visualization*. 2014; 1: 14–21. (In Russian)
10. Silanteva N.K., Agababian T.A., Skoropad V.Yu., Grishina O.G. The role of computed tomography in patients with gastric cancer in radio-oncological hospital. *Sibirskij onkologicheskij zhurnal*. 2015; 5: 5–13. (In Russian)
11. Portnoy L.M., Stashuk G.A., Denisova L.B., Nefedova V.O., Legostaeva T.B., Yaurova N.V., Chekunova E.V. Potentials of radiological diagnosis of gastric cancer (traditional x-ray, ultrasound, computer tomography and magnetic resonance tomography). *Medical Visualization*. 2000; 2: 3–14. (In Russian)
12. Portnoy L.M., Vyatchanin O.V., Stashuk G.A. New views on radiation diagnosis of gastric cancer (methodical and semiotic and organizational aspects). M.: Vidar M, 2004. 284 p. (In Russian)
13. Portnoy L.M. Radiologic Diagnosis of Gastric Cancer A new Outlook. Berlin; Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006: 97–169.
14. Kwee R.M., Kwee T.C. Imaging in local staging of gastric cancer: a systematic review. *J. Clin. Oncol*. 2007; 15: 299–305.
15. Cidon E., Cuenca I. Gastric adenocarcinoma: is computed tomography useful in preoperative staging? *Clin. Med.: Oncology*. 2009; 3: 91–97.
16. Kwee R.M., Kwee T.C. Imaging in assessing lymph node status in gastric cancer. *Gastric Cancer*. 2009; 12: 6–22.
17. Brahms H.Yu. Gastrointestinal tract. Moscow. MEDpress-information, 2010: 209–212. (In Russian)
18. Gorshkov A.N., Meshkov V.M., Gracheva N.I., Zaritskaya V.A. Potentialities of radiation techniques (ultrasonography, computed tomography) in the preoperative evaluation of intramural invasion of gastric carcinoma. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2001; 2: 27–34. (In Russian)
19. Chen C.Y., Hsu J.S., Wu D.C., Kang W.Y., Hsieh J.S., Jaw T.S., Wu M.T., Liu G.C. Gastric cancer: preoperative local staging with 3D multi-detector row CT – correlation with surgical and histopathologic results. *Radiology*. 2007; 242(2): 472–482.
20. Styliidi I.S., Nered S.N. Modern ideas about the basic principles of surgical treatment of locally advanced stomach cancer. *Practical oncology*. 2009; 10 (1): 20–27. (In Russian)
21. Burbidge S., Mahady K., Naik K. The role of CT and staging laparoscopy in the staging of gastric cancer. *Clin. Radiol*. 2013; 68: 251–255. DOI: 10.1016/j.crad.2012.07.015.
22. Sokolov Yu.N., Antonovich V.B. X-ray diagnosis of tumors of the digestive tract. Moscow: Medicine, 1981. 314 p. (In Russian)
23. Lindenbraten L.D., Naumov L.B. Medical radiology. Moscow: Medicine, 1984. 384 p. (In Russian)
24. Berezov Yu.E., Varshavsky Yu.V. The operated stomach. Moscow: Medicine, 1974. 192 p. (In Russian)
25. Kim A.Y., Kim H.J., Ha H.K. Gastric cancer by multidetector row CT: preoperative staging. *Abdom. Imaging*. 2005; 30 (4): 465–472.
26. Hur J., Park M.S., Lee J.H. Lim J.S., Yu J.S., Hong Y.J., Kim K.W. Diagnostic accuracy of multidetector row computed tomography in T- and N staging of gastric cancer with histopathologic correlation. *J. Comput. Assist. Tomogr*. 2006; 30 (3): 372–377.

Поступила в редакцию 21.11.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 21.11.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-41-48

## Восьмое издание Международной TNM-классификации злокачественных опухолей печени

Щеголев А.И.<sup>1\*</sup>, Туманова У.Н.<sup>1</sup>, Кармазановский Г.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В.И. Кулакова” Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва, Россия

## Eighth Edition of the International TNM Classification of Malignant Tumors of the Liver

Shchegolev A.I.<sup>1\*</sup>, Tumanova U.N.<sup>1</sup>, Karmazanovsky G.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Academician V.I. Kulakov National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Moscow, Russia

<sup>2</sup> A.V. Vishnevsky Institute of surgery, Moscow, Russia

Приведены новые критерии T, N и M категории и характеристики стадий гепатоцеллюлярной карциномы и внутрипеченочной холангиокарциномы, представленные в восьмом издании Международной TNM-классификации злокачественных опухолей 2017 г. Указаны отличия данной классификации от предыдущего седьмого издания 2009 г., обусловленные получением новых данных о выживаемости больных. Основными характеристиками первичной опухоли остались ее размеры, количество узлов и наличие сосудистой инвазии.

**Ключевые слова:** TNM-классификация, печень, гепатоцеллюлярная карцинома, внутрипеченочная холангиокарцинома.

**Ссылка для цитирования:** Щеголев А.И., Туманова У.Н., Кармазановский Г.Г. Восьмое издание Международной TNM-классификации злокачественных опухолей печени. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 41–48. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-41-48.

\*\*\*

New criteria for T, N and M categories and characteristics of the stages of hepatocellular carcinoma and intrahepatic cholangiocarcinoma are presented in the eighth edition of the international TNM classification of malignant tumors in 2017. The differences of this classification from the previous seventh edition of 2009 are noted, due to the receipt of new data on the survival of patients. The main characteristics of the primary tumor remained its size, the number of nodes and the presence of vascular invasion.

**Key words:** TNM classification, liver, hepatocellular carcinoma, intrahepatic cholangiocarcinoma.

**Recommended citation:** Shchegolev A.I., Tumanova U.N., Karmazanovsky G.G. Eighth Edition of the International TNM Classification of Malignant Tumors of the Liver. *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 41–48. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-41-48.

\*\*\*

Наиболее широко распространенной и используемой классификацией злокачественных опухолей является TNM-классификация, характеризующая степень распространенности новообразований различных локализаций на основании данных о первичной опухоли (T), поражении регионарных лимфатических узлов (N) и наличии отдаленных метастазов (M).

Основателем принципов TNM-классификации считается Pierre Denoix [1]. Первые рекомендации по классификации клинических стадий злокачественных опухолей, касающиеся только молочной железы и гортани, были опубликованы в 1958 г. под эгидой Комитета по классификации клинических стадий и прикладной статистике Международного противоракового союза (International Union Against Cancer) [2].

Последнее, восьмое, издание TNM-классификации вышло в 2017 г. [3]. Положительным моментом данного издания является соответствие приведенных правил классификации и стадии-



рования злокачественных опухолей положениям восьмого издания аналогичной классификации Американского объединенного Комитета по раку (American Joint Committee on Cancer, AJCC) [4]. Такое сходство классификаций отражает принцип разработки и использования единого стандарта Национальными комитетами TNM в отношении злокачественных опухолей. Необходимо также добавить, что, согласно решению American Joint Committee on Cancer, внедрение в клиническую практику и использование восьмого издания TNM-классификации злокачественных опухолей следует с 1 января 2018 г.

Поскольку с момента предыдущего, седьмого, издания [5] прошло 8 лет, то закономерно, что в настоящем, восьмом, издании произошли определенные изменения, обусловленные развитием медицины вообще и онкологии в частности. Ряд изменений коснулся классификаций опухолей печени и желчных протоков.

Тем не менее в разделе опухоли печени подчеркнута, что данная классификация применяется только для характеристики гепатоцеллюлярной карциномы (ГЦК) (печеночно-клеточного рака – ПКР). При этом указано, что ПКР включает также наблюдения фиброламеллярной карциномы, которая, согласно Международной гистологической классификации опухолей печени [6], считается одним из гистологических вариантов ГЦК.

На наш взгляд, такое включение не совсем корректно, поскольку фиброламеллярная карцинома развивается преимущественно в отсутствие цирроза и имеет ряд морфологических отличий от ГЦК [7, 8], но и, что более важно, характеризуется более медленным развитием метастазов и более благоприятным прогнозом [9, 10].

Вместе с тем при морфологическом изучении биопсийного и операционного материала должна быть указана степень гистологической дифферен-

цировки (Grading, G 1–4). Для ГЦК рекомендуется использовать критерии, предложенные еще в 1954 г. H.A. Edmondson и P.E. Steiner [11]:

1. Высокодифференцированная ГЦК: опухолевые клетки образуют трабекулы аналогично нормальной ткани печени.

2. Умереннодифференцированная ГЦК: ядра опухолевых клеток крупнее и гиперхромнее нормальных гепатоцитов, ядрышки более выражены, цитоплазма гранулярная и ацидофильная, в железистоподобных структурах отмечается наличие желчи или белковых масс.

3. Низкодифференцированная ГЦК: отсутствуют трабекулярные и железистоподобные структуры, наблюдаются отдельные опухолевые клетки или солидные участки, изолированные от трабекул; ядра еще более крупные и гиперхромные; иногда встречаются гигантские опухолевые клетки с аномальными гиперхромными ядрами.

4. Недифференцированная ГЦК: клетки не формируют тканевых структур, ядра их гиперхромные, занимают почти всю опухолевую клетку, цитоплазма базофильная, часто наблюдаются веретенообразные клетки.

Отмечено, что наличие цирроза является важным прогностическим фактором, однако в TNM-классификации он не учитывается. Действительно, в большинстве наблюдений ГЦК развивается на фоне хронических заболеваний и/или цирроза печени, вследствие чего прогноз течения заболевания во многом определяется функциональным состоянием перипухолевой паренхимы. В настоящее время существуют и постоянно разрабатываются так называемые системы стадирования для определения тактики лечения и прогноза течения ГЦК [12–14].

В связи с этим морфологическое заключение должно содержать характеристики имеющегося цирроза и фиброза печени. Для оценки выражен-

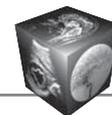
---

**Для корреспонденции\*:** Щеголев Александр Иванович – 117997 Москва, ул. Академика Опарина, д. 4. Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В.И. Кулакова, патологоанатомическое отделение. Тел.: 8-495-531-44-44. E-mail: ashegolev@oparina4.ru

**Щеголев Александр Иванович** – доктор мед. наук, профессор, заведующий патологоанатомическим отделением ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В.И. Кулакова” МЗ РФ, Москва; **Туманова Ульяна Николаевна** – канд. мед. наук, научный сотрудник патологоанатомического отделения ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В.И. Кулакова” МЗ РФ, Москва; **Кармазановский Григорий Григорьевич** – член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, руководитель отдела лучевой диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва.

**Contact\*:** Aleksandr I. Shchegolev – Akademika Oparina str., 4, Moscow, Russia, 117997. Academician V.I. Kulakov National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology. Phone: 8-495-531-44-44. E-mail: ashegolev@oparina4.ru

**Aleksandr I. Shchegolev** – doct. of med. sci., professor, Head of Department of Morbid Anatomy of Academician V.I. Kulakov National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Moscow; **Ulyana N. Tumanova** – scientific researcher, Department of Morbid Anatomy of Research Center of Academician V.I. Kulakov National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Moscow; **Grigory G. Karmazanovskiy** – corresponding member of RAS, doct. of med. sci., professor, Head of the Radiology Department of, A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow.



**Таблица 1.** Характеристика печеночно-клеточного рака печени

Категория	Характеристика
TX	Первичная опухоль не может быть оценена
T0	Отсутствие данных о первичной опухоли
T1	Солитарный узел диаметром не более 2 см или более 2 см в наибольшем измерении без сосудистой инвазии
T1a	Солитарный узел не более 2 см в наибольшем измерении с наличием или отсутствием сосудистой инвазии
T1b	Солитарный узел более 2 см в наибольшем измерении без сосудистой инвазии
T2	Солитарный узел более 2 см в наибольшем измерении с признаками сосудистой инвазии или множественные первичные узлы не более 5 см в наибольшем измерении
T3	Множественные первичные узлы, один из которых более 5 см в наибольшем измерении
T4	Солитарный или множественные первичные узлы любого размера с инвазией в крупную ветвь воротной вены или печеночной вены, или с инвазией в соседние органы (включая диафрагму и исключая желчный пузырь), или с прорастанием в висцеральную брюшину

ности фиброза печени наиболее часто используются критерии METAVIR [15–17].

Характеристики категории T, используемые в восьмом издании TNM-классификации для оценки первичного узла ГЦК, приведены в табл. 1.

По сравнению с предыдущим седьмым изданием расширились критерии для категории T1. Если раньше речь шла только об опухолях без признаков сосудистой инвазии, то в настоящую классификацию введена категория T1a, представляющая солитарные опухоли размером не более 2 см как без признаков сосудистой инвазии, так и с ее наличием. При этом категория T1b предназначена для опухолей размером более 2 см, но без признаков сосудистой инвазии. Соответственно категория T2 представлена солитарными опухолями размером более 2 см с признаками сосудистой инвазии или наличием множественных первичных опухолевых узлов, каждый из которых размером не более 5 см. Категория T3 в настоящем издании стала соответствовать рубрике T3a предыдущего издания, то есть включать только множественные первичные узлы опухоли, один из которых более 5 см в наибольшем измерении. Категория же T4 объединила рубрику T3b и T4 предыдущего издания и стала включать как опухоли с инвазией в крупную ветвь воротной вены или печеночной вены, так и с инвазией в соседние органы (исключая желчный пузырь) или в висцеральную брюшину.

Внесение подобных изменений было обусловлено рядом факторов. Как известно [18], в основе разработки критериев первичной опухоли (категории T) лежат результаты многоцентровых международных исследований по выявлению факторов прогноза течения ГЦК.

Так, в 2012 г. были опубликованы данные выживаемости пациентов с ГЦК в зависимости от размеров первичной опухоли и наличия микрососудистой инвазии [19]. Исследование было проведено

на базе шести крупнейших медицинских учреждений Хьюстона и Рочестера (США), Парижа и Кретья (Франция), Токио (Япония) и Гонконга (Китай). На основании анализа 1109 пациентов, перенесших операцию резекции печени по поводу ГЦК в 1981–2011 гг., авторы установили более короткий период выживаемости при наличии микрососудистой инвазии в ГЦК размером более 2 см. При этом выживаемость больных с ГЦК не более 2 см не зависела от наличия сосудистой инвазии, а показатели выживаемости пациентов с солитарной опухолью размером более 2 см и признаками сосудистой инвазии были аналогичны таковым при наличии множественных первичных узлов не менее 5 см [19].

В другом обстоятельном исследовании проведен анализ выживаемости (в течение 60 мес) 754 больных, перенесших резекцию печени по поводу ГЦК в Queen Mary Hospital (Гонконг) с января 1989 г. по декабрь 2005 г. [20]. Авторы установили, что 5-летняя выживаемость пациентов зависела от категории T, установленной согласно критериям седьмого издания TNM-классификации: 50,6% – при T1, 21,0% – при T2, 14,6% – при T3a, 12,1% – при T3b и 12,9% – при T4. При этом разница в показателях выживаемости больных на стадиях T3a и T3b ( $p = 0,073$ ), а также T3b и T4 ( $p = 0,227$ ) была статистически недостоверна. Значимыми факторами прогноза явились билобарное поражение печени, множественность опухолевых узлов и наличие микрососудистой инвазии [20].

Следует также отметить, что в основе определения категории T для опухолей печени лежит неинвазивная лучевая диагностика. Совершенствование техники и внедрение специфичных контрастных препаратов, несомненно, способствует как улучшению дифференциальной диагностики ГЦК, так и определению их размеров и признаков сосудистой инвазии [21–23].

**Таблица 2.** Характеристика регионарных лимфатических узлов

Категория	Характеристика
NX	Регионарные лимфатические узлы не могут быть оценены
N0	Нет метастазов в регионарных лимфатических узлах
N1	Имеются метастазы в регионарных лимфатических узлах

**Таблица 3.** Характеристика отдаленных метастазов

Категория	Характеристика
M0	Нет отдаленных метастазов
M1	Имеются отдаленные метастазы

Согласно рекомендациям AJCC-8 [4], КТ- и МРТ-исследования должны выполняться в нативную фазу, а также в артериальную, венозную и отсроченную после введения контрастного вещества. Именно полноценное исследование позволяет не только диагностировать ГЦК, но и выявить другие очаговые образования печени [24–26]. На основании проведенных клинично-морфологических сопоставлений нами установлено, что КТ-характеристики денсности и васкуляриности зависят от степени гистологической дифференцировки ГЦК [27, 28].

К сожалению, УЗИ обладает более низкой чувствительностью при выявлении узлов ГЦК. Однако для оценки сосудистой инвазии весьма эффективно проведение доплерографии [29]. К выраженной сосудистой инвазии относят прорастание главных ветвей воротной вены (правой или левой ветви воротной вены, исключая секторальные и сегментарные ветви), одной или нескольких печеночных вен (правой, промежуточной, левой), главных ветвей собственной печеночной артерии (правой или левой ветви) [18].

Важной характеристикой опухолевого поражения считается выявление регионарных и отдаленных метастазов. Соответственно этому в восьмом издании TNM-классификации представлена традиционная трехступенная характеристика регионарных лимфатических узлов (категория N) (табл. 2) и общепринятая характеристика отдаленных метастазов (категория M) (табл. 3).

**Таблица 4.** Стадии гепатоцеллюлярной карциномы

Стадия	Категории		
Стадия IA	T1a	N0	M0
Стадия IB	T1b	N0	M0
Стадия II	T2	N0	M0
Стадия IIIA	T3	N0	M0
Стадия IIIB	T4	N0	M0
Стадия IVA	Любая T	N1	M0
Стадия IVB	Любая T	Любая N	M1

Регионарными лимфатическими узлами для печени считаются узлы ворот печени, печеночные узлы (вдоль собственной артерии печени), вокруг-портальные (вдоль воротной вены) узлы и узлы вдоль брюшного отдела нижней полой вены выше почечных вен (за исключением нижних диафрагмальных узлов).

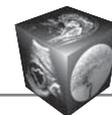
Следует уточнить, что гистологическое исследование операционного материала при регионарной лимфаденэктомии должно включать не менее 3 лимфатических узлов. Если в операционном материале определяется меньшее количество узлов и метастазы в них отсутствуют, то подобное классифицируется как pN0. Выявление же метастазов в регионарных лимфатических узлах классифицируется как стадия IV (табл. 4), поскольку прогноз заболевания в таких случаях аналогичен таковому с отдаленными метастазами.

Метастазы ГЦК могут выявляться в легких, надпочечниках, костях, почках, поджелудочной железе, сердце, селезенке, головном мозге и других участках тела [30]. Наиболее частыми локализациями отдаленных метастазов являются легкие и кости, причем в 28% наблюдений последние выступают в качестве первых внепеченочных метастазов ГЦК.

Вышеприведенные характеристики T, N и M категорий используются для определения стадии ГЦК (см. табл. 4).

Представленный в последнем издании TNM-классификации раздел “Опухоли внутрипеченочных желчных протоков” предназначен для анализа внутрипеченочной холангиокарциномы, комбинированной гепатоцеллюлярно-холангиоцеллюлярной карциномы (смешанному гепатоцеллюлярно-холангиоцеллюлярному раку) и первичных нейроэндокринных опухолей печени.

Характеристика категории T первичной опухоли представлена в табл. 5. В основе классификации категории T лежат данные о количестве опухолевых узлов, наличии сосудистой инвазии и прорастании в висцеральную брюшину или внепеченочные ткани.



**Таблица 5.** Характеристика первичной опухоли

Категория	Характеристика
TX	Первичная опухоль не может быть оценена
T0	Отсутствие данных о первичной опухоли
Tis	Карцинома <i>in situ</i> (рак на месте) (внутрипротоковая опухоль)
T1	Солитарный узел без сосудистой инвазии
T1a	Солитарный узел не более 5 см в наибольшем измерении без сосудистой инвазии
T1b	Солитарный узел более 5 см в наибольшем измерении без сосудистой инвазии
T2	Солитарный узел с наличием внутripеченочной сосудистой инвазии или множественные узлы с наличием или отсутствием сосудистой инвазии
T3	Опухоль с прорастанием в висцеральную брюшину
T4	Опухоль с очаговой инвазией внепеченочных структур

В отличие от предыдущего седьмого издания категория T1, характеризующая солитарные опухоли без признаков сосудистой инвазии, разделена на две части в зависимости от размеров новообразования. Категория T1a предназначена для солитарных узлов не более 5 см, T1b – для опухолей размером более 5 см. Категория T2, наоборот, стала одной, объединяющей как солитарные опухоли с наличием внутripеченочной сосудистой инвазии, так и множественные узлы независимо от сосудистой инвазии.

Сосудистая инвазия подразумевает выявление инвазии в основные кровеносные сосуды печени: ветви воротной вены или печеночной артерии первого и второго порядка, а также одну или несколько печеночных вен (правая, средняя, левая). О наличии сосудистой инвазии могут использоваться и данные гистологического изучения препаратов. При этом множественными опухолевыми узлами, формирующими категорию T2, обозначаются сателлитные узелки, первично множественный рост новообразования и внутripеченочные метастазы.

Категория T3 стала характеризовать опухоли с прорастанием через капсулу печени, а T4 – во внепеченочные структуры и органы (печеночно-двенадцатиперстную связку, толстую кишку, двенадцатиперстную кишку, желудок, общий желчный проток, нижнюю полую вену, диафрагму, брюшную стенку).

Положительным моментом неинвазивной диагностики внутripеченочной холангиокарциномы является высокая эффективность КТ, МРТ и МР-холангиопанкреатографии как для оценки первичного узла, так и наличия сосудистой инвазии [31, 32]. Последняя также может быть верифицирована при УЗИ, особенно у пациентов с билиарными стентами [33].

Говоря о морфологической характеристике первичной опухоли, следует помнить, что Tis указывается при выявлении билиарной интраэпите-

лиальной неоплазии III степени или внутripротоковой папиллярной опухоли желчных протоков с наличием выраженной дисплазии без поражения базальной мембраны. Кроме того, должна быть проведена гистологическая оценка наличия и выраженности фиброза и цирроза перипухолевой ткани печени, а также признаков первичного склерозирующего холангита. Последний считается одним из факторов риска развития внутripеченочной холангиокарциномы [34].

В отличие от ГЦК печеночная холангиокарцинома гораздо чаще дает метастазы в регионарные лимфатические узлы, причем локализация их зависит от поражения доли печени. Для внутripеченочной холангиокарциномы левой доли печени регионарными лимфатическими узлами считаются узлы ворот печени (общего желчного протока, печеночной артерии, воротной вены и пузырного протока), желудочно-печеночные и нижние диафрагмальные лимфатические узлы. Регионарными лимфатическими узлами для внутripеченочной холангиокарциномы правой доли печени являются также узлы ворот печени и околодуоденальные и околопанкреатические лимфатические узлы. Однако выявление элементов внутripеченочной холангиокарциномы в чревных, околоаортальных или кавальных лимфатических узлах расценивается как отдаленные метастазы (M1).

Характеристика категории N при внутripеченочной холангиокарциноме аналогична опухолям других органов (см. табл. 2).

Для полноценного гистологического исследования операционного материала при регионарной лимфаденэктомии необходимо исследовать не менее 6 лимфатических узлов из каждого региона. Выявление же признаков опухолевого поражения в одном лимфатическом узле классифицируется как pN1.

Стадии внутripеченочной холангиокарциномы приведены в табл. 6.



**Таблица 6.** Стадии внутрипеченочной холангиокарциномы

Стадия	Категории		
I A	T1a	NO	M0
I B	T1b	NO	M0
II	T2	NO	M0
III A	T3	NO	M0
III B	T4	NO	M0
III B	Любая T	N1	M0
IVB	Любая T	Любая N	M1

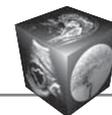
## Заключение

В восьмое издание TNM-классификации злокачественных опухолей, в том числе печени, внесены существенные изменения, основанные главным образом на показателях выживаемости больных. При этом основными характеристиками первичной опухоли остались ее размеры, количество узлов и наличие сосудистой инвазии. В соответствии с новыми критериями категории T изменены и характеристики стадий ГЦК и внутрипеченочной холангиокарциномы. Положительным моментом правил классификации и стадирования злокачественных опухолей в восьмом издании считается соответствие их аналогичной классификации American Joint Committee on Cancer.

## Список литературы

1. Denoix P.F. Nomenclature des cancer. *Bull. Inst. Nat. Hyg. (Paris)*. 1944; 69–73.
2. International Union Against Cancer (UICC) Committee on Clinical Stage Classification and Applied Statistics. *Clinical Stage Classification and Presentation of Results, Malignant Tumours of the Breast and Larynx*. Paris, 1958.
3. TNM classification of malignant tumours. Eds J.D. Brierley, M.K. Gospodarowicz, Ch. Wittekind. 8th ed New York: Wiley-Blackwell, 2017. 272 p.
4. AJCC cancer staging manual, Eighth ed. Ed. chief M.B. Amin. Springer, 2017. 1024 p.
5. TNM Classification of malignant tumours. 7th ed. Eds L.H. Sobin, M.K. Gospodarowicz, Ch. Wittekind. New York: Wiley-Blackwell, 2009. 310 p.
6. Bosman F.T., Carneiro F., Hruban R.H., Theise N.D. eds. *World Health Organization Classification of Tumours of the Digestive System*. Lyon: IARC. 2010. 417 p.
7. Щеголев А.И., Мишнев О.Д. Онкоморфология печени. М.: Изд-во РГМУ, 2006. 252 с.
8. Torbenson M. Fibrolamellar carcinoma: 2012 update. *Scientifica (Cairo)*. 2012; 2012: 743790. DOI: 10.6064/2012/743790.
9. Mayo S.C., Mavros M.N., Nathan H., Cosgrove D., Herman J.M., Kamel I., Anders R.A., Pawlik T.M. Treatment and prognosis of patients with fibrolamellar hepatocellular carcinoma: a national perspective. *J. Am. Coll. Surg.* 2014; 218: 196–205. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2013.10.011.
10. Jernigan P.L., Wima K., Hanseman D.J., Hoehn R.S., Ahmad S.A., Shah S.A., Abbott D.E. Natural history and

- treatment trends in hepatocellular carcinoma subtypes: Insights from a national cancer registry. *J. Surg. Oncol.* 2015; 112: 872–876. DOI: 10.1002/jso.24083.
11. Edmondson H.A., Steiner P.E. Primary carcinoma of the liver: a study of 100 cases among 48,900 necropsies. *Cancer*. 1954; 7: 462–504.
  12. Kudo M., Chung H., Haji S., Osaki Y., Oka H., Seki T., Kasugai H., Sasaki Y., Matsunaga T. Validation of a new prognostic staging system for hepato-cellular carcinoma: the JIS score compared with the CLIP score. *Hepatology*. 2004; 40: 1396–1405. DOI: 10.1002/hep.20486.
  13. Toyoda H., Kumada T., Kiriya S., Sone Y., Tanikawa M., Hisanaga Y., Yamaguchi A., Isogai M., Kaneoka Y., Washizu J. Comparison of the usefulness of three staging systems for hepatocellular carcinoma (CLIP, BCLC, and JIS) in Japan. *Am. J. Gastroenterol.* 2005; 100: 1764–1771. DOI: 10.1111/j.1572-0241.2005.41943.x.
  14. Туманова У.Н., Щеголев А.И. Системы стадирования гепатоцеллюлярного рака. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2016; 7: 121–128.
  15. Intraobserver and interobserver variations in liver biopsy interpretation in patients with chronic hepatitis C. The French METAVIR Cooperative Study Group. *Hepatology*. 1994; 20: 15–20.
  16. Batts K.P., Ludwig J. Chronic hepatitis. An update on terminology and reporting. *Am. J. Surg. Pathol.* 1995; 19: 1409–1417.
  17. Ishak K., Baptista A., Bianchi L., Callea F., De Groote J., Gudat F., Denk H., Desmet V., Korb G., MacSween R.N. Histological grading and staging of chronic hepatitis. *J. Hepatol.* 1995; 22: 696–699.
  18. Vauthey J.N., Lauwers G.Y., Esnaola N.F., Do K.A., Belghiti J., Mirza N., Curley S.A., Ellis L.M., Regimbeau J.M., Rashid A., Cleary K.R., Nagorney D.M. Simplified staging for hepatocellular carcinoma. *J. Clin. Oncol.* 2002; 20: 1527–1536. DOI: 10.1200/JCO.2002.20.6.1527.
  19. Shindoh J., Andreou A., Aloia T.A., Zimmitti G., Lauwers G.Y., Laurent A., Nagorney D.M., Belghiti J., Cherqui D., Poon R.T., Kokudo N., Vauthey J.N. Microvascular invasion does not predict long-term survival in hepatocellular carcinoma up to 2 cm: reappraisal of the staging system for solitary tumors. *Ann. Surg. Oncol.* 2013; 20: 1223–1229. DOI: 10.1245/s10434-012-2739-y.
  20. Chan A.C., Fan S.T., Poon R.T., Cheung T.T., Chok K.S., Chan S.C., Lo C.M. Evaluation of the seventh edition of the American Joint Committee on Cancer tumour-node-metastasis (TNM) staging system for patients undergoing curative resection of hepatocellular carcinoma: implications for the development of a refined staging system. *HPB (Oxford)*. 2013; 15: 439–448. DOI: 10.1111/j.1477-2574.2012.00617.x.
  21. An C., Choi G.H., Lee H.S., Kim M.J. Assessment of preoperative magnetic resonance imaging staging in patients with hepatocellular carcinoma undergoing resection compared with the seventh American Joint Committee on Cancer System. *Invest. Radiol.* 2012; 47: 634–641. DOI: 10.1097/RLI.0b013e3182630e8d.
  22. Shah S., Shukla A., Paunipagar B. Radiological features of hepatocellular carcinoma. *J. Clin. Exp. Hepatol.* 2014; 4: 63–66. DOI: 10.1016/j.jceh.2014.06.009.
  23. Туманова У.Н., Кармазановский Г.Г., Щеголев А.И. Система LI-RADS при компьютерно-томографической диагностике гепатоцеллюлярного рака. *Медицинская визуализация*. 2014; 6: 44–50.



24. Krinsky G. Imaging of dysplastic nodules and small hepatocellular carcinomas: experience with explanted livers. *Intervirolgy*. 2004; 47: 191–198. DOI: 10.1159/000078472.
25. Lee J.M., Choi B.I. Hepatocellular nodules in liver cirrhosis: MR evaluation. *Abdom. Imaging*. 2011; 36: 282–289. DOI: 10.1007/s00261-011-9692-2.
26. Туманова У.Н., Кармазановский Г.Г., Щёголев А.И. Предопухольевые узелковые образования печени: морфологические и магнитно-резонансно-томографические сопоставления. *Медицинская визуализация*. 2016; 6: 41–51.
27. Туманова У.Н., Кармазановский Г.Г., Щёголев А.И. Денситометрические характеристики гепатоцеллюлярного рака при спиральной компьютерной томографии. *Медицинская визуализация*. 2012; 6: 42–49.
28. Туманова У.Н., Кармазановский Г.Г., Щёголев А.И. Компьютерно-томографические характеристики степени васкуляризации гепатоцеллюлярного рака. *Медицинская визуализация*. 2013; 1: 52–58.
29. Трефилов А.А., Карельская Н.А., Кармазановский Г.Г., Степанова Ю.А. Лучевая диагностика гепатоцеллюлярного рака на фоне цирроза печени. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2014; 2-2: 70–80.
30. Андреева Р.М., Самсонов В.А., Федорова Л.А., Некачалов В.В. Клинико-морфологическая характеристика рака печени. *Вопросы онкологии*. 1966; 3: 91–92.
31. Ringe K.I., Wacker F. Radiological diagnosis in cholangiocarcinoma: Application of computed tomography, magnetic resonance imaging, and positron emission tomography. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol*. 2015; 29: 253–265. DOI: 10.1016/j.bpg.2015.02.004
32. Arrivé L., Hodoul M., Arbache A., Slavikova-Boucher L., Menu Y., El Mouhadi S. Magnetic resonance cholangiography: Current and future perspectives. *Clin. Res. Hepatol. Gastroenterol*. 2015; 39: 659–664. DOI: 10.1016/j.clinre.2015.07.005.
33. Jang H.J., Yu H., Kim T.K. Contrast-enhanced ultrasound in the detection and characterization of liver tumors. *Cancer Imaging*. 2009; 9: 96–103. DOI: 10.1102/1470-7330.2009.0015.
34. Lazaridis K.N., Gores G.J. Primary sclerosing cholangitis and cholangiocarcinoma. *Semin. Liver Dis*. 2006; 26: 42–51. DOI: 10.1055/s-2006-933562.
7. Shchegolev A. I., Mishnev O. D. Oncomorphology liver. M.: Publishing RSSU, 2006; 252 p. (In Russian)
8. Torbenson M. Fibrolamellar carcinoma: 2012 update. *Scientifica (Cairo)*. 2012; 2012: 743790. DOI: 10.6064/2012/743790.
9. Mayo S.C., Mavros M.N., Nathan H., Cosgrove D., Herman J.M., Kamel I., Anders R.A., Pawlik T.M. Treatment and prognosis of patients with fibrolamellar hepatocellular carcinoma: a national perspective. *J. Am. Coll. Surg*. 2014; 218: 196–205. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2013.10.011.
10. Jernigan P.L., Wima K., Hanseman D.J., Hoehn R.S., Ahmad S.A., Shah S.A., Abbott D.E. Natural history and treatment trends in hepatocellular carcinoma subtypes: Insights from a national cancer registry. *J. Surg. Oncol*. 2015; 112: 872–876. DOI: 10.1002/jso.24083.
11. Edmondson H.A., Steiner P.E. Primary carcinoma of the liver: a study of 100 cases among 48,900 necropsies. *Cancer*. 1954; 7: 462–504.
12. Kudo M., Chung H., Haji S., Osaki Y., Oka H., Seki T., Kasugai H., Sasaki Y., Matsunaga T. Validation of a new prognostic staging system for hepato-cellular carcinoma: the JIS score compared with the CLIP score. *Hepatology*. 2004; 40: 1396–1405. DOI: 10.1002/hep.20486.
13. Toyoda H., Kumada T., Kiriya S., Sone Y., Tanikawa M., Hisanaga Y., Yamaguchi A., Isogai M., Kaneoka Y., Washizu J. Comparison of the usefulness of three staging systems for hepatocellular carcinoma (CLIP, BCLC, and JIS) in Japan. *Am. J. Gastroenterol*. 2005; 100: 1764–1771. DOI: 10.1111/j.1572-0241.2005.41943.x.
14. Tumanova U.N., Shchegolev A.I. Staging systems of hepatocellular carcinoma. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2016; 7: 121–128. (In Russian)
15. Intraobserver and interobserver variations in liver biopsy interpretation in patients with chronic hepatitis C. The French METAVIR Cooperative Study Group. *Hepatology*. 1994; 20: 15–20.
16. Batts K.P., Ludwig J. Chronic hepatitis. An update on terminology and reporting. *Am. J. Surg. Pathol*. 1995; 19: 1409–1417.
17. Ishak K., Baptista A., Bianchi L., Callea F., De Groote J., Gudat F., Denk H., Desmet V., Korb G., MacSween R.N. Histological grading and staging of chronic hepatitis. *J. Hepatol*. 1995; 22: 696–699.
18. Vauthey J.N., Lauwers G.Y., Esnaola N.F., Do K.A., Belghiti J., Mirza N., Curley S.A., Ellis L.M., Regimbeau J.M., Rashid A., Cleary K.R., Nagorney D.M. Simplified staging for hepatocellular carcinoma. *J. Clin. Oncol*. 2002; 20: 1527–1536. DOI: 10.1200/JCO.2002.20.6.1527.
19. Shindoh J., Andreou A., Aloia T.A., Zimmitti G., Lauwers G.Y., Laurent A., Nagorney D.M., Belghiti J., Cherqui D., Poon R.T., Kokudo N., Vauthey J.N. Microvascular invasion does not pre-dict long-term survival in hepatocellular carcinoma up to 2 cm: reappraisal of the staging system for solitary tumors. *Ann. Surg. Oncol*. 2013; 20: 1223–1229. DOI: 10.1245/s10434-012-2739-y.
20. Chan A.C., Fan S.T., Poon R.T., Cheung T.T., Chok K.S., Chan S.C., Lo C.M. Evaluation of the seventh edition of the American Joint Committee on Cancer tumour-node-metastasis (TNM) staging system for patients undergoing curative resection of hepatocellular carcinoma: implications for the development of a refined staging system. *HPB (Oxford)*. 2013; 15: 439–448. DOI: 10.1111/j.1477-2574.2012.00617.x.

## References

1. Denoix P.F. Nomenclature des cancer. *Bull. Inst. Nat. Hyg. (Paris)*. 1944: 69–73.
2. International Union Against Cancer (UICC) Committee on Clinical Stage Classification and Applied Statistics. Clinical Stage Classification and Presentation of Results, Malignant Tumours of the Breast and Larynx. Paris, 1958.
3. TNM classification of malignant tumours. Eds J.D. Brierley, M.K. Gospodarowicz, Ch. Wittekind. 8th ed New York: Wiley-Blackwell, 2017. 272 p.
4. AJCC cancer staging manual, Eighth ed. Ed. chief M.B. Amin. Springer, 2017. 1024 p.
5. TNM Classification of malignant tumours. 7th ed. Eds L.H. Sobin, M.K. Gospodarowicz, Ch. Wittekind. New York: Wiley-Blackwell, 2009. 310 p.
6. Bosman F.T., Carneiro F., Hruban R.H., Theise N.D. eds. World Health Organization Classification of Tumours of the Digestive System. Lyon: IARC. 2010. 417 p.



21. An C., Choi G.H., Lee H.S., Kim M.J. Assessment of preoperative magnetic resonance imaging staging in patients with hepatocellular carcinoma undergoing resection compared with the seventh American Joint Committee on Cancer System. *Invest. Radiol.* 2012; 47: 634–641. DOI: 10.1097/RLI.0b013e3182630e8d.
22. Shah S., Shukla A., Paunipagar B. Radiological features of hepatocellular carcinoma. *J. Clin. Exp. Hepatol.* 2014; 4: 63–66. DOI: 10.1016/j.jceh.2014.06.009.
23. Tumanova U.N., Karmazanovsky G.G., Shchegolev A.I. LI-RADS system for computer-tomographic diagnosis of hepatocellular carcinoma. *Medical Visualization.* 2014; 6: 44–50. (In Russian)
24. Krinsky G. Imaging of dysplastic nodules and small hepatocellular carcinomas: experience with explanted livers. *Intervirol.* 2004; 47: 191–198. DOI: 10.1159/000078472.
25. Lee J.M., Choi B.I. Hepatocellular nodules in liver cirrhosis: MR evaluation. *Abdom. Imaging.* 2011; 36: 282–289. DOI: 10.1007/s00261-011-9692-2.
26. Tumanova U.N., Karmazanovsky G.G., Shchegolev A.I. Preneoplastic nodular lesions of the liver: morphological and magnetic resonance tomography comparison. *Medical Visualization.* 2016; 6: 41–51. (In Russian)
27. Tumanova U.N., Karmazanovsky G.G., Shchegolev A.I. Densitometric characteristics of hepatocellular carcinoma at spiral computed tomography. *Medical Visualization.* 2012; 6: 42–49. (In Russian)
28. Tumanova U.N., Karmazanovsky G.G., Shchegolev A.I. Characterize the degree of vascularization of hepatocellular carcinoma at spiral computed tomography. *Medical Visualization.* 2013; 1: 52–58. (In Russian)
29. Trefylov A.A., Karelskaya N.A., Karmazanovsky G.G., Stepanova Yu.A. Radiological diagnosis of hepatocellular carcinoma in patients with liver cirrhosis. *Diagnosticheskaya i interventzionnaya radiologiya.* 2014; 2-2: 70–80. (In Russian)
30. Andreeva R.M., Samsonov V.A., Fedorova L.A., Nekachalov V.V. Clinical and morphological characteristics of liver cancer. *Voprosy onkologii.* 1966; 3: 91–92. (In Russian)
31. Ringe K.I., Wacker F. Radiological diagnosis in cholangiocarcinoma: Application of computed tomography, magnetic resonance imaging, and positron emission tomography. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.* 2015; 29: 253–265. DOI: 10.1016/j.bpg.2015.02.004
32. Arrivé L., Hodoul M., Arbache A., Slavikova-Boucher L., Menu Y., El Mouhadi S. Magnetic resonance cholangiography: Current and future perspectives. *Clin. Res. Hepatol. Gastroenterol.* 2015; 39: 659–664. DOI: 10.1016/j.clinre.2015.07.005.
33. Jang H.J., Yu H., Kim T.K. Contrast-enhanced ultrasound in the detection and characterization of liver tumors. *Cancer Imaging.* 2009; 9: 96–103. DOI: 10.1102/1470-7330.2009.0015.
34. Lazaridis K.N., Gores G.J. Primary sclerosing cholangitis and cholangiocarcinoma. *Semin. Liver Dis.* 2006; 26: 42–51. DOI: 10.1055/s-2006-933562.

Поступила в редакцию 16.11.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 16.11.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-49-62

## Оценка эффективности лечения новообразований печени по данным КТ и МРТ: дорожная карта для врача лучевой диагностики

Федаш А.В., Ломовцева К.Х., Кондратьев Е.В., Блохин И.А., Гальчина Ю.С.\*

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия  
ФГБУ "Институт хирургии им. А.В. Вишневского" Минздрава России, Москва, Россия

## Treatment Response Evaluation in Hepatic Tumors using CT and MRI: Road Map for Radiologist

Fedash A.V., Lomovtseva K.H., Kondrat'ev E.V., Blohin I.A., Galchina Yu.S.\*

I.M. Sechenov 1st Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia  
A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow, Russia

В последние годы выбор различных вариантов терапии образований печени становится все шире, отмечается появление новых вариантов химио- и лучевой терапии. В настоящее время растет количество методов локального воздействия на опухоли, таких как радиочастотная абляция, криодеструкция, трансартериальная эмболизация. Клиническая оценка эффекта терапии не дает необходимого результата, поэтому возрастает потребность в адекватной оценке результатов лечения, основанной на данных методов КТ и МРТ. В данном литературном обзоре приводятся основные критерии оценки эффективности лечения опухолей различными видами воздействия. Отдельно рассматриваются критерии ВОЗ, RECIST, RECIST 1.1, mRECIST, Choi. Помимо этого обсуждаются новые методики объективизации эффектов терапии, основанные на оценке диффузионно-взвешенных изображений и текстурном анализе.

**Ключевые слова:** химиотерапия, радиочастотная абляция, криодеструкция, трансартериальная эмболизация, RECIST, RECIST 1.1, mRECIST, Choi, КТ, МРТ.

**Ссылка для цитирования:** Федаш А.В., Ломовцева К.Х., Кондратьев Е.В., Блохин И.А., Гальчина Ю.С. Оценка эффективности лечения новообразований печени по данным КТ и МРТ: дорожная карта для врача лучевой диагностики. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 49–62. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-49-62.

\*\*\*

The number of available methods for hepatic tumor treatment is steadily increasing. Except traditional surgical resection and systemic chemotherapy there are a lot of effective and increasingly used local methods such as Radiofrequency ablation, cryodestruction, transarterial

chemoembolization. Radiologist should be able to assess treatment response and evaluate prognosis. We present review of literature on various systems for hepatic tumor treatment response evaluation. WHO, RECIST 1.0, RECIST 1.1, mRECIST and Choi criteria are thoroughly explained in terms of benefits and drawbacks. Also, texture analysis and diffusion-weighted imaging are discussed.

**Key words:** radiofrequency ablation, cryodestruction, transarterial chemoembolization, RECIST 1.0, RECIST 1.1, mRECIST, Choi, CT, MRI.

**Recommended citation:** Fedash A.V., Lomovtseva K.H., Kondrat'ev E.V., Blohin I.A., Galchina Yu.S. Treatment Response Evaluation in Hepatic Tumors using CT and MRI: Road Map for Radiologist. *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 49–62. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-49-62.

\*\*\*

### Введение

В последние годы выбор различных вариантов терапии образований печени становится все шире, отмечается появление новых вариантов химио- и лучевой терапии, в том числе основанных на применении иммунотерапии моноклональными антителами, а также методов локального воздействия на опухоль, включая радиочастотную абляцию, криодеструкцию и трансартериальную химиоэмболизацию [1, 2]. Ориентироваться только на клинические или лабораторные показатели для должного ведения пациента и своевременной



корректировки назначений уже недостаточно. Ранняя оценка эффективности лечения позволяет своевременно выбрать оптимальную для каждого пациента тактику. И ведущую роль в этой борьбе за жизнь пациента занимают методы визуализации.

Диагностический период ведения пациента можно разбить на несколько этапов: этап первичной диагностики и этап наблюдения. На этапе первичной диагностики необходимо применять весь доступный арсенал методов визуализации для достижения главной цели – постановки наиболее точного диагноза и стадирования заболевания. Второй этап – наблюдение за развитием заболевания, этот этап в онкологии присутствует при любом варианте ведения пациента, будь то оперативное лечение, химиотерапия, лучевая терапия или локорегиональное лечение. Здесь кроме диагностической точности на первый план выходит воспроизводимость метода визуализации. В первую очередь это необходимо с целью получения возможности сравнивать результаты исследования на различных точках контроля (временных промежутках терапии). К сожалению, отсутствие единых стандартов выполнения исследований у такой группы пациентов приводит к значительным разногласиям в оценке полученных результатов и их сравнении на протяжении периода наблюдения [2].

Фактически каждый специалист, работающий на определенном оборудовании, старается придерживаться рекомендаций производителя, но применение и внедрение их настолько сильно варьирует, что возможность достоверного сравнения результатов исследования сводится к минимуму. Кроме того, измерением основных параметров занимается врач-рентгенолог или, в случае с УЗИ, врач ультразвуковой диагностики, а их сравнением – врач-онколог. Но ни один из участвующих

в этом многоэтапном процессе специалистов не может быть до конца уверен в правильности использования методики получения изображения, выбора целевого образования и точек измерения параметров опухоли своим коллегой. Решение этой проблемы возможно с помощью стандартизации каждого шага в процессе наблюдения за болезнью. На данный момент в этом направлении сделано немало, появилось несколько систем оценки, также внедряются новые методики наблюдения за состоянием опухоли или целевого органа на фоне лечения.

### **Цель исследования**

Структурировать и обобщить все существующие на данный момент критерии и методики оценки ответа новообразований печени на лечение.

### **Критерии оценки ответа, основанные на размерах образования**

Исторически первые критерии для оценки эффективности лечения опухолей – критерии Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [3]. В дальнейшем в клиническую практику внедрены критерии RECIST (Response Evaluation Criteria in Solid Tumors – Критерии эффективности лечения мягкотканых опухолей) [4]. Изначально обе системы критериев были направлены на оценку эффективности цитотоксических препаратов, поэтому преимущественно для объективизации эффекта использовались размеры образования. С течением времени обе системы менялись, добавлены критерии для оценки морфологических и метаболических характеристик очагов.

### **Критерии ВОЗ**

В 1981 г. ВОЗ опубликовала первые критерии для оценки эффективности лечения опухолей, в основе которых лежала оценка ее размеров

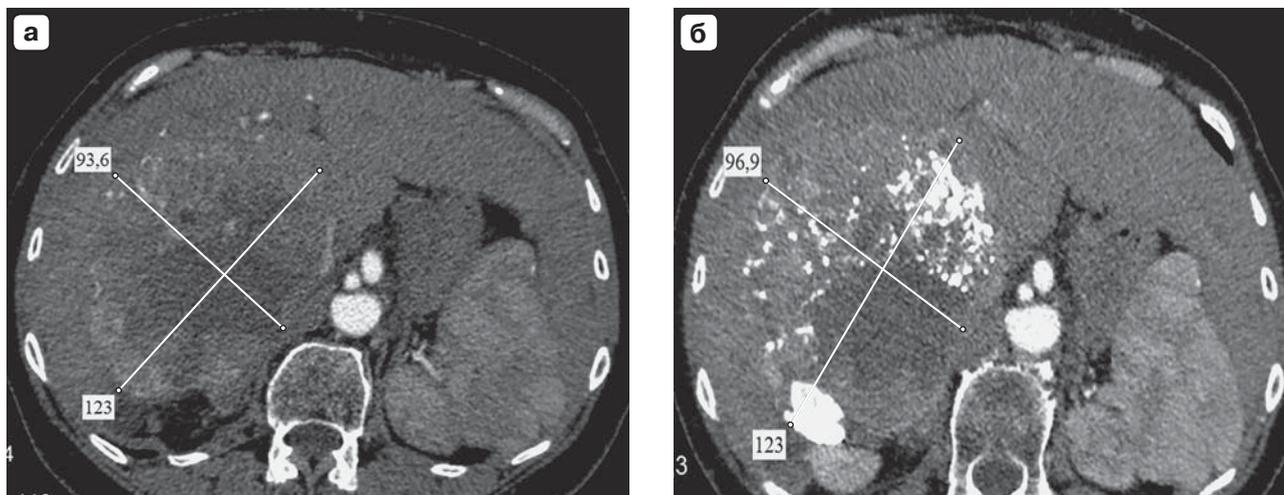
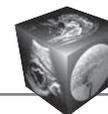
---

**Для корреспонденции\*:** Гальчина Юлия Сергеевна – 117997 Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27, Институт хирургии им. А.В. Вишневского. Тел.: +7-926-903-23-57. E-mail: jgalchina@gmail.com

**Федаш Алексей Владимирович** – аспирант кафедры лучевой диагностики Института профессионального образования ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет), Москва; **Ломовцева Карина Хусаиновна** – аспирант кафедры лучевой диагностики Института профессионального образования ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет), Москва; **Кондратьев Евгений Валерьевич** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения рентгенологии и магнитно-резонансных исследований ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Блохин Иван Андреевич** – аспирант отделения рентгенологии и магнитно-резонансных исследований ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Гальчина Юлия Сергеевна** – аспирант отделения рентгенологии и магнитно-резонансных исследований ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва.

**Contact\*:** Yulia S. Galchina – 117997 Moscow, Bolshaya Serpuhovskaya str., 27, A.V. Vishnevsky Institute of Surgery. Phone:+7-926-903-23-57. E-mail: jgalchina@gmail.com

**Aleksei V. Fedash** – resident of Radiology Department of IPE of I.M. Sechenov 1st MSMU (Sechenov University), Moscow; **Karina H. Lomovtseva** – resident of Radiology Department of IPE of I.M. Sechenov 1st MSMU (Sechenov University), Moscow; **Evgenij V. Kondrat'ev** – cand. of med. sci., senior research of radiology department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Ivan A. Blohin** – resident of radiology department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Yulia S. Galchina** – resident of radiology department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow.



**Рис. 1.** ГЦР правой доли печени, компьютерные томограммы, аксиальные срезы, артериальная фаза. а – гиперваскулярное объемное образование правой доли печени; б – состояние после трансартериальной химиоэмболизации. Сумма диаметров до лечения 216,6 мм, после лечения 219,9 мм – стабильное течение заболевания по критерию ВОЗ.

(суммы двух диаметров (СД)) во времени. Оценивать изменения СД в данном случае следует на основании следующей шкалы:

- 1) полный ответ – опухоль не определяется через 4 нед после начала лечения;
- 2) частичный ответ – уменьшение СД более чем 50% на 4-й неделе по сравнению с данными до начала терапии;
- 3) прогрессирование заболевания – увеличение СД более чем на 25% у одного и более очага;
- 4) стабильное течение заболевания – примерно одинаковая СД по сравнению с данными до начала терапии [5] (рис. 1).

Основной недостаток критериев ВОЗ – использование СД, поскольку даже небольшие погрешности в ее измерении, особенно при малых размерах образований, могут стать причиной неправильной оценки эффективности лечения (стабильное течение может быть ошибочно принято за прогрессирование заболевания и т.п.). При этом пациента необоснованно переведут с возможно эффективного лечения на другое, эффективность которого будет действительно вызывать сомнение [5].

В критериях ВОЗ нет указаний, как поступать с множественными очагами в печени, стоит ли измерять каждый из них или достаточно ориентироваться только на изменения в одном очаге. В симуляционном исследовании М. Mazumdar и соавт. указано на разницу в итоговом определении типа ответа в зависимости от того, сколько изменившихся образований принято во внимание. Также авторы показали, что изменение формы и неровность контура могут сильно сказаться на

выборе типа ответа, при этом наибольшие разногласия возникают при классификации образования в группу стабильного заболевания или в группу прогрессирующего заболевания [6].

Также при использовании критериев ВОЗ описаны значимые разногласия в оценке ответа на лечение опухолей по сравнению с другими критериями, в том числе при раке головки поджелудочной железы [5]. Применение этих критериев во многих случаях может привести к вариабельности результатов, в частности к переоценке как положительного, так и отрицательного эффекта лечения. Таким образом, учитывая все недостатки данной системы оценки, стала очевидной необходимость разработки более точных критериев.

#### **Критерии RECIST**

В середине 90-х годов XX века для стандартизации и упрощения критериев оценки ответа на терапию опухолей была сформирована международная рабочая группа. RECIST (Response Evaluation Criteria in Solid Tumours – Критерии оценки ответа солидных опухолей) в оформленном виде были опубликованы в 2000 г. [4].

В критериях RECIST 1.0, в отличие от критериев ВОЗ, уточнены минимальный размер таргетного образования (10 мм), максимальное количество измеряемых очагов (5 в органе, 10 на пациента), для оценки ответа предложено сравнение суммы наибольших диаметров всех образований. Эти критерии более удобны, чем критерии ВОЗ, но также имеют свои ограничения. Число измеряемых образований на пациента (до 10) – произвольное число, не подтвержденное с точки зрения доказа-



**Таблица 1.** Критерии RECIST 1.1 для контроля изменений очаговых образований при лечении [7]

Образования	<ul style="list-style-type: none"><li>• Солидные</li><li>• Измеряемые: &gt;10 мм в диаметре</li><li>• Неизмеряемые: &lt;10 мм в диаметре, включая другие размеры, затруднительные для измерения (относятся к нетаргетным образованиям)</li><li>• Оценить возможность повторения измерений образования при следующем контрольном исследовании</li></ul>
Таргетные образования	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1–5 образований</li><li>• 2 в одном органе</li></ul>
Нетаргетные образования	<ul style="list-style-type: none"><li>• Все остальные образования относят к нетаргетным, их измерять не обязательно, регистрируют только наличие или отсутствие</li></ul>
Измерения	<ul style="list-style-type: none"><li>• Наибольший диаметр в аксиальной плоскости</li><li>• Регистрируется сумма диаметров таргетных образований</li></ul>
Лимфатические узлы	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 измерение по короткой оси</li></ul>

тельной медицины. Изменение размеров образований – адекватный показатель при оценке цитотоксической химиотерапии, но не цитостатической терапии. Также в этой системе отсутствуют указания о принципах оценки лимфатических узлов [4].

Помимо этого, очевидно, что анатомический подход к оценке эффекта химиотерапии не отражает всех изменений, происходящих в клетках и ткани опухоли на фоне применения химиотерапевтических препаратов.

С этой целью в 2009 г. Рабочая группа RECIST пересмотрела эти критерии, и была создана новая версия RECIST 1.1 [7]. Данными критериями необходимо руководствоваться для наблюдения за очагами в печени.

В новой редакции были изменены требования к измеряемым очагам. Вне зависимости от того, как измерялось образование на предыдущем исследовании, необходимо регистрировать наибольший диаметр. Лимфатические узлы необходимо замерять по короткой оси [7]. Основные указания по применению RECIST 1.1 при контроле очаговых образований приведены в табл. 1.

*Типы образований:*

1) измеряемые очаги:

а – опухолевый очаг размером более 10 мм, выявляемый при КТ или МРТ с толщиной среза 5 мм или менее;

б – опухолевый очаг размером более 20 мм, выявляемый при КТ или МРТ с толщиной среза 10 мм или менее;

с – опухолевый очаг более 20 мм, выявляемый при рентгенографии органов грудной клетки;

2) неизмеряемые очаги – очаги, не входящие в пункт 1, а также следующие изменения: метастазы в кости, лептоменингеальное поражение, асцит,

плеврит, перикардит, лимфангоит, поражение полых органов;

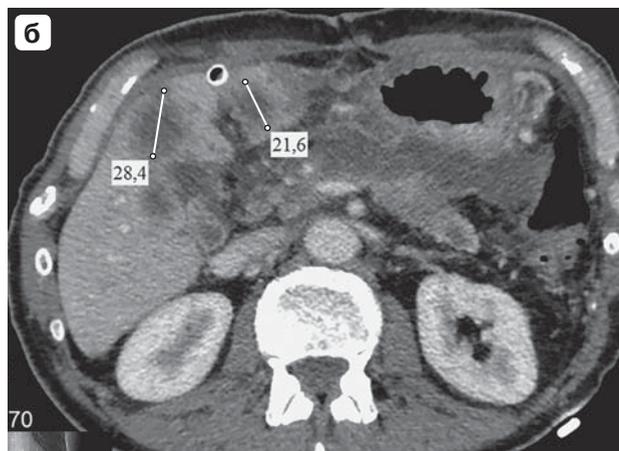
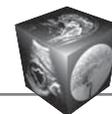
3) кистозные образования – все образования, семиотически подобные простым кистам, должны быть исключены из наблюдения. Если кистозные образования представляют собой кистозные метастатические очаги, и они отвечают критериям измеряемых образований, то их можно выбирать в качестве таргетных очагов. При наличии в печени и солидных, и кистозных метастатических очагов в качестве таргетного образования следует выбирать солидные очаги;

4) образования, на которые произведено локальное воздействие (радиочастотная абляция, криодеструкция), не входят в пункт 1 до тех пор, пока в них не появится участок продолженного роста [7].

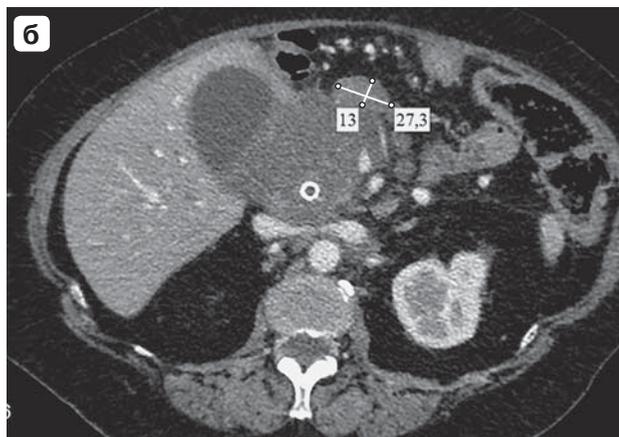
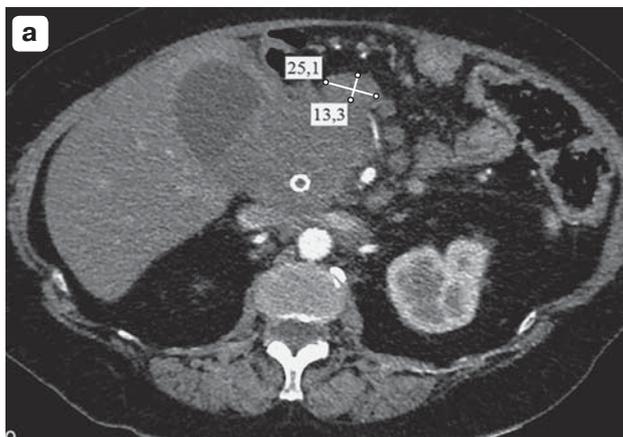
*Оценка эффекта по RECIST для измеряемых очагов*

Обязательным условием для оценки состояния очаговых образований печени является наличие первичного исследования. Желательно, чтобы оно было проведено до начала терапии. Объективизация оценки эффекта лечения достигается путем сравнения первоначальных размеров очагов с их размерами на последующих контрольных исследованиях. Для наблюдения следует выбрать до 5 очагов, при этом в одном пораженном органе необходимо выбрать только одно или два таргетных образования [7] (рис. 2).

При первичном исследовании необходимо зарегистрировать сумму наибольших диаметров таргетных образований. При измерении лимфатических узлов в сумму включаются также короткие диаметры измеренных лимфатических узлов (рис. 3). На последующих этапах наблюдения определяют тип ответа на лечение в зависимости от изменений таргетных и нетаргетных образований.



**Рис. 2.** Компьютерные томограммы, аксиальные срезы, венозная фаза. а – в паренхиме печени билобарно определяются очаги вторичного характера; б – динамика химиотерапевтического лечения через 1,5 мес – отрицательная динамика в виде увеличения суммы наибольших диаметров целевых очагов.



**Рис. 3.** Компьютерные томограммы, аксиальные срезы. а – артериальная фаза; б – венозная фаза, визуализируется объемное образование головки поджелудочной железы с распространением на прилегающую паренхиму печени, по передней поверхности от образования определяется вторично измененный лимфатический узел.

Согласно RECIST 1.1, выделяют следующие типы ответа для ТАРГЕТНЫХ очагов [7, 8]:

1. Полный ответ: исчезновение всех целевых очагов. Любые патологические лимфатические узлы (целевые или нецелевые) должны уменьшиться по короткой оси до размеров менее 10 мм.

2. Частичный ответ: уменьшение суммы диаметров целевых очагов не менее чем на 30% относительно исходной суммы диаметров (рис. 4).

3. Прогрессирование заболевания: увеличение суммы диаметров целевых очагов не менее чем на 20% относительно наименьшей суммы размеров, зарегистрированной в ходе исследования (в том числе и исходной суммы, если она является наименьшей в ходе исследования). Кроме относительного увеличения на 20%, сумма также должна

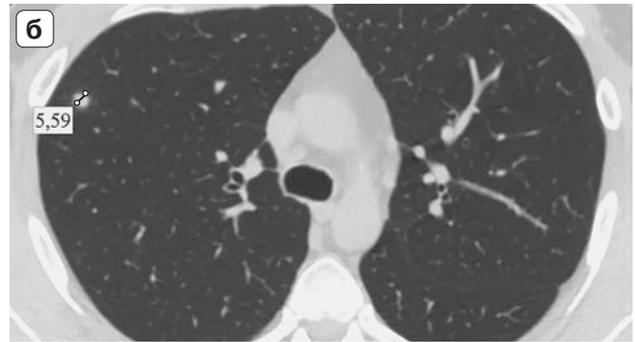
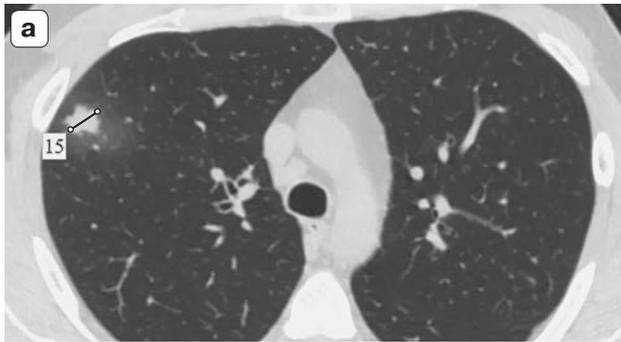
увеличиться в абсолютном измерении не менее чем на 5 мм. Появление хотя бы одного нового очага также рассматривается как прогрессирование (рис. 5).

4. Стабилизация заболевания: отсутствие уменьшения суммы размеров, достаточного для того, чтобы расценить изменения как частичный ответ, равно как наличие увеличения, недостаточного для его оценки, как прогрессирование заболевания.

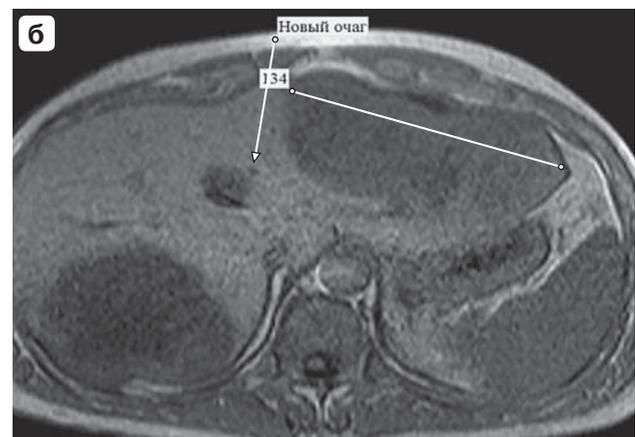
Кроме того, в отдельную категорию выделены изменения состояния НЕИЗМЕРЯЕМЫХ очагов [7]:

1) полный ответ – исчезновение всех очагов с нормализацией опухолевых маркеров;

2) частичный ответ/стабилизация – сохранение хотя бы одного очага и/или повышение опухолевых маркеров;



**Рис. 4.** Компьютерные томограммы, аксиальные срезы, “легочное окно”. а – в верхней доле правого легкого определяется очаговое образование 15 мм в диаметре; б – исследование в динамике через 1,5 мес на фоне терапии, частичный ответ, определяется уменьшение наибольшего диаметра очага на 85%.



**Рис. 5.** Магнитно-резонансные томограммы, T1ВИ. а – в паренхиме печени билобарно определяются очаги вторичного характера; б – динамическое наблюдение ответа на химиотерапевтическое лечение, отрицательная динамика в виде увеличения размеров целевых очагов, а также появления новых очагов.

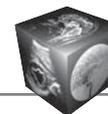
3) прогрессирование – явное прогрессирование очагов или появление новых очагов.

Согласно руководству по применению RECIST 1.1 [7], при наличии у пациента измеряемых и неизменяемых очагов в случае отсутствия прогрессии целевых очагов изменений в нецелевых образованиях недостаточно для перевода статуса заболевания в прогрессию.

Появление новых образований должно трактоваться как прогрессия заболевания. Нельзя регистрировать прогрессию заболевания при выявлении новых очагов с помощью другого метода исследования или при изменении параметров сканирования (поле обзора), способных повлиять на визуализацию очагов. К примеру, при очередной контрольной КТ может быть применено большее количество контрастного вещества, что повлияет на контрастирование очагов, паренхимы печени и визуализацию новых очагов. Данный сценарий не должен трактоваться как прогрессия заболевания при наличии признаков

частичного или полного ответа на основании измерения целевых очагов. При наличии только нецелевых очагов и появлении новых очагов вне зависимости от состояния старых очагов ситуация должна быть расценена как прогрессия заболевания. Варианты ответа по RECIST 1.1 в зависимости от наличия очагов различного типа приведены в табл. 2.

С появлением методов минимально инвазивного лечения гипervasкулярных образований печени, в частности трансартериальной химиоэмболизации (ТАХЭ), и целевых химиотерапевтических препаратов возникла потребность в оценке их эффективности. Целевая химиотерапия представляет собой применение лекарственных препаратов, которые взаимодействуют с внутриклеточными белками и структурами, отвечающими за деление и рост клетки. Этот механизм в корне отличается от цитотоксического действия предыдущего поколения химиотерапевтических препаратов. При этом образование в ответ на такое



**Таблица 2.** Определение итогового типа ответа на лечение при наличии таргетных и нетаргетных образований согласно RECIST 1.1 [4]

Таргетные образования	Нетаргетные образования	Новые образования	Ответ на лечение
ПО	ПО	–	ПО
ПО	Не ПО, не ПЗ или невозможно оценить	–	ЧО
ЧО	Не ПЗ или невозможно оценить	–	ЧО
СЗ	Не ПЗ или невозможно оценить	–	СЗ
Невозможно оценить	Не ПЗ	–	НИ
ПЗ	Любой	Любой	ПЗ
Любой	ПЗ	Любой	ПЗ
Любой	Любой	+	ПЗ

*Примечание.* ПО – полный ответ, ЧО – частичный ответ, СЗ – стабильное заболевание, НИ – неинтерпретабельно, ПЗ – прогрессия заболевания.

воздействие может как уменьшиться в размере, так и увеличиться [9]. Следует выделить несколько типов изменения структуры опухолевых очагов под воздействием таргетной терапии:

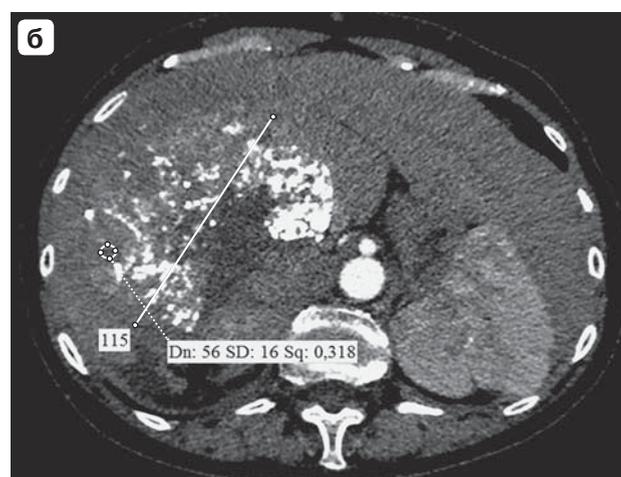
- изменение степени накопления контрастного препарата за счет изменения васкуляризации образования (рис. 6);
- появление участков кровоизлияния с изменением размера в сторону как уменьшения, так и увеличения;
- появление участков кистозной дегенерации с изменением размера в сторону как уменьшения, так и увеличения (рис. 7);
- просто изменение размера в сторону уменьшения.

Таким образом, несмотря на наличие ответа на терапию, изменение размера может происхо-

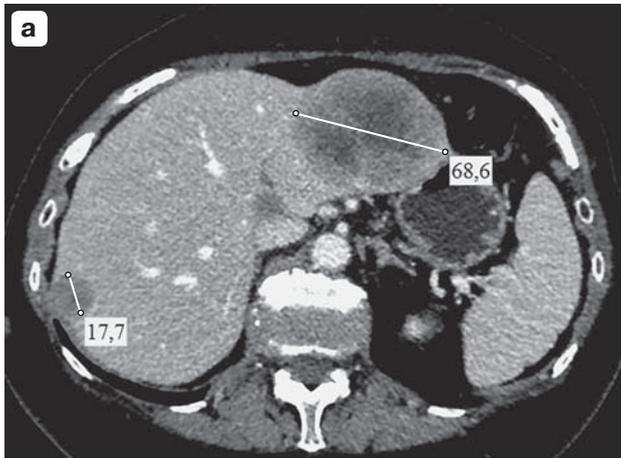
дить как в сторону уменьшения, так и увеличения, в этом случае обычные анатомические критерии типа WHO, RECIST 1.1 не подойдут для оценки эффекта терапевтического воздействия.

Исторически в системах для оценки эффективности химиолучевого лечения использовались только размеры нескольких отслеживаемых (таргетных) образований и лимфатических узлов. Для оценки изменения степени васкуляризации были разработаны и, в различной степени, внедрены системы mRECIST, Choi, RECICL [9, 10]. Обсудим наиболее распространенные на данный момент критерии.

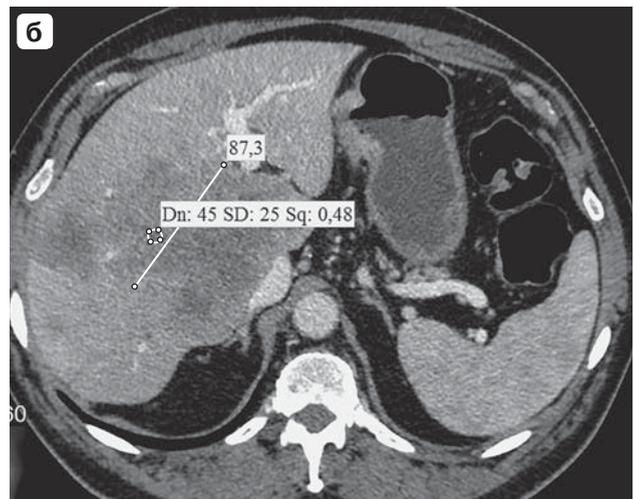
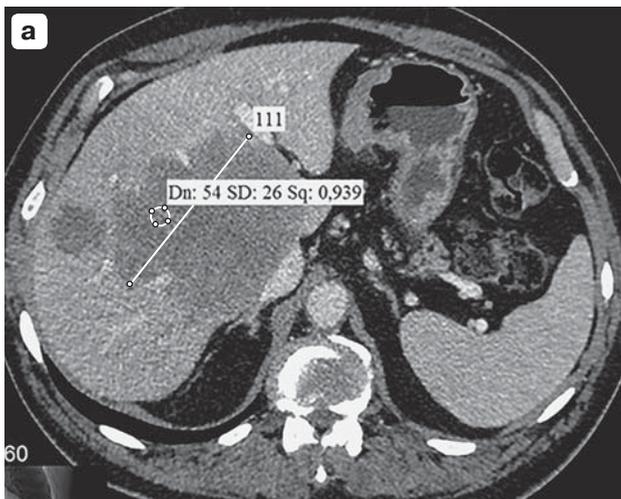
Система mRECIST (Модифицированные критерии ответа солидных опухолей на лечение) предполагает оценку степени артериального кровоснабжения в опухолевом узле [10]. Таргетные об-



**Рис. 6.** Компьютерные томограммы, аксиальные срезы, артериальная фаза. а – в правой доле печени определяется гипervasкулярное образование – гепатоцеллюлярный рак; б – состояние после трансартериальной эмболизации, динамическое наблюдение через 2 мес, отмечается уменьшение васкуляризации образования и снижение плотности в артериальную фазу исследования. Физиологически – положительная динамика или частичный ответ, так как снижается количество васкуляризированной ткани. При этом максимальный диаметр образования не изменился, и согласно критерию RECIST 1.1 данный статус должен быть расценен как стабильное заболевание.



**Рис. 7.** Компьютерные томограммы, аксиальные срезы. а – венозная фаза, в III и VI сегментах определяются гипervasкулярные образования вторичного характера; б – венозная фаза, состояние после химиотерапевтического лечения, кистозная трансформация вторичных очагов. По критерию RECIST 1.1 мы должны расценить это состояние как стабильное заболевание, так как уменьшение суммы диаметров составило 25%, но при этом мы наблюдаем практически полную редукцию объема мягкотканного компонента образования. Критерии RECIST 1.1 в данном случае в полной мере не отражают всех изменений, произошедших на фоне химиотерапии.



**Рис. 8.** Компьютерные томограммы, аксиальные срезы, венозная фаза. а – вторичные очаги в паренхиме правой доли печени; б – динамическое наблюдение после химиотерапии, 4 мес, частичный ответ: уменьшение размеров таргетного образования более чем на 10%, снижение плотности образования в венозную фазу исследования на 16%.

разования должны иметь линейный размер более 1 см и ровные контуры для воспроизводимости измерений и накапливать контрастный препарат в артериальную фазу сканирования. Критерии mRECIST применимы к КТ и МРТ. К нетаргетным образованиям относятся узлы с неровными, нечеткими контурами, в том числе после локальной терапии (эмболизации, абляции, деструкции). Выделяют следующие критерии различных ответов на проводимое лечение:

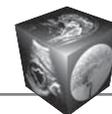
1) полный ответ – ликвидация внутриопухолевого накопления контрастного препарата в артериальную фазу сканирования;

2) частичный ответ – уменьшение суммы диаметров жизнеспособной (накапливающей контрастное вещество) ткани опухоли как минимум на 30%;

3) стабильное течение заболевания – нет изменений, классифицируемых как частичный ответ или прогрессия заболевания;

4) прогрессирование заболевания – увеличение наименьшей суммы диаметров жизнеспособной (накапливающей контрастное вещество) ткани опухоли как минимум на 20% [10].

D. Choi и соавт. предложили систему критериев оценки эффективности лечения, в основе которой



**Таблица 3.** Сравнительная характеристика степени ответа образований в соответствии с классификациями RECIST 1.1, mRECIST, Choi

Степень ответа	RECIST 1.1	mRECIST	Choi
Полный ответ	Исчезновение таргетных очагов	Ликвидация внутриопухолевого накопления контрастного препарата в артериальную фазу сканирования в таргетных очагах	Исчезновение таргетных очагов
Частичный ответ	Уменьшение наибольшей суммы диаметров таргетных образований в одной плоскости >30%	Уменьшение суммы диаметров жизнеспособной (накапливающей контрастное вещество) ткани опухоли > 30%	Уменьшение размеров образования > 10% и снижение плотности опухоли на компьютерной томограмме > 15%
Стабильное заболевание	Нет изменений, классифицируемых как частичный ответ или прогрессия заболевания	Нет изменений, классифицируемых как частичный ответ или прогрессия заболевания	Нет изменений, классифицируемых как полный/частичный ответ или прогрессия заболевания
Прогрессирование заболевания	Увеличение суммы диаметров таргетных образований > 20%	Увеличение наименьшей суммы диаметров жизнеспособной (накапливающей контрастное вещество) ткани опухоли > 20%	Увеличение размеров образования > 10% без значимого изменения плотности

помимо измерения линейных размеров лежит определение плотности таргетных образований до и после терапии. Предполагается, что снижение плотности опухолевых узлов отражает некроз и кистозную дегенерацию. Показана высокая эффективность критериев D. Choi и соавт. для оценки эффективности лечения гепатоцеллюлярного рака (ГЦР) [9]. Выделяют следующие критерии ответов на проводимое лечение:

- 1) полный ответ – исчезновение таргетных очагов;
- 2) частичный ответ – уменьшение размеров образования более чем на 10% и снижение плотности опухоли на компьютерной томограмме более чем на 15% (рис. 8);
- 3) стабильное течение заболевания – нет изменений, классифицируемых как полный/частичный ответ или прогрессия заболевания;
- 4) прогрессирование заболевания – увеличение размеров образования более чем на 10% без значимого изменения плотности.

В табл. 3 приведена сравнительная характеристика ответа образования на лечение в соответствии с классификациями RECIST 1.1, mRECIST, Choi.

**Функциональные и другие методы оценки ответа образований печени на терапию**  
**Текстуальный анализ**

Оценка изменений степени васкуляризации гиперваскулярных образований, особенно на фоне специфической терапии, такой как ТАХЭ, является сложной задачей. Рутинное измерение плот-

ности образования из-за высокой его гетерогенности после введения химиопрепарата с липоидолом, обладающим высокой плотностью, не дает достоверной информации [11, 12].

В последнее время был предложен ряд способов, позволяющих провести оценку васкуляризации в высокогетерогенных структурах, таких как очаг ГЦР на фоне химиоэмболизации, среди них параметрические карты ответа (parametric response map–PRM) [11, 12].

Если не углубляться в технологию и математическую модель, то при выполнении данного анализа происходит пространственное выравнивание (наложение с коррекцией) двух изображений, полученных до и после химиоэмболизации, затем происходит классификация вокселей на 3 группы в зависимости от КТ-чисел: без изменений, повышение и понижение. Затем происходит измерение объема вокселей каждой группы. В зависимости от типа ответа на химиотерапию объемы каждого типа вокселей различаются. Например, объемы опухоли и отношение объема гипер- и гиповаскулярных участков после сеансов ТАХЭ значительно уменьшаются ( $p < 0,05$ ) [12].

Объем гиперваскулярной ткани находится в обратной корреляции с выживаемостью ( $R = 0,57$ ,  $p = 0,005$ ). Только параметр отношения объема жизнеспособной и нежизнеспособной ткани показал значительное изменение выживаемости ( $p = 0,044$ ) [11].

Таким образом, параметрические карты ответа позволяют более точно провести количественную оценку региональной васкуляризации опухо-



ли и могут быть полезными для определения прогноза и эффективности ТАХЭ у пациентов с ГЦР [12].

Необходимо отметить, что программы, позволяющие строить параметрические карты ответа, доступны в качестве приложений на ПК, но не поставляются в комплекте специализированных рабочих станций врача-рентгенолога.

Отдельной проблемой в оценке лечения образований печени является анализ эффективности ТАХЭ. В ходе этой процедуры насыщенные химиопрепаратом микросферы смешивают с контрастным агентом для последующей визуализации в ходе лечения. Окрашивание опухоли подтверждается с помощью рентгеноскопии после введения микросфер, через 1–6 мес выполняется КТ или МРТ для оценки ответа на лечение. Тем не менее флюорографические изображения не отображают общего поглощения микросфер опухолью. Часть современных кабинетов для интервенционных методов лечения оснащена конусно-лучевым томографом. Конусно-лучевая томография (КЛКТ) сравнительно малоизвестна в России и применяется преимущественно в стоматологических клиниках. За счет номинального увеличения дозы, ионизирующего излучения и времени процедуры КЛКТ может точно продемонстрировать степень “окрашивания” опухоли. Учитывая данные нескольких исследований, характер окрашивания отражает эффективность лечения и прогноз. Для объективной оценки результатов ТАХЭ выделяют несколько видов окрашивания: минимальное (окрашивание опухоли <25%), слабое (окрашивание опухоли 25–50%), среднее (окрашивание опухоли 50–90%), выраженное (>90% окрашивание опухоли) и периферическое [13]. По данным mRESIST, усиленное окрашивание опухоли коррелирует с улучшением реакции на лечение, опухоли с субмаксимальным типом окрашивания имеют худший прогноз в связи с высоким риском прогрессирования. Было установлено, что у всех пациентов с выраженным типом окрашивания происходила стабилизация заболевания с ответом опухоли на лечение в 90% случаев. С другой стороны, только у 18% пациентов с минимальным окрашиванием заболевание стабилизировалось и только в 9% случаев наблюдался полный ответ. Преимущество выполнения КЛКТ после ТАХЭ заключается в том, что метод позволяет интервенционному радиологу “на месте” оценить вероятность успеха лечения.

Критерии, которые обсуждались выше, несмотря ни на что, не способны предоставить ключевую информацию о неоднородности и строении опухоли и изменении этих параметров на фоне

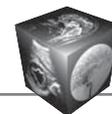
лечения, отличительных черт биологии рака. Еще один метод, сравнительно недавно вошедший в арсенал рентгенолога и онколога, – текстурный анализ (ТА).

Основой ТА является математический анализ вариации значений КТ-чисел в пределах области интереса. Текстуры – ключевой компонент анализа изображений и подобный анализ изображений опухоли может предоставить специалисту стандартизованную и объективную информацию о ее неоднородности. В частности, посредством ТА можно измерить количественную неоднородность опухоли, потенциально вызванную локальной гипоксией, некрозом, метаболической активностью, пролиферацией и неоваскуляризацией. На данный момент наиболее часто в исследованиях для проведения ТА используется коммерческая программа TexRAD (TexRAD Ltd. [www.texrad.com](http://www.texrad.com), Кембридж, Великобритания). Это коммерчески доступное программное обеспечение, использующее для анализа текстуры изображения запатентованный метод на основе гистограмм [14, 15].

Работа с изображениями в программе происходит в несколько этапов. Первый этап – трансформация изображений, на котором применяются различные методы фильтрации, избавляющие изображения от шума. Следующий шаг – количественная оценка с помощью статистических параметров (средняя интенсивность серого, стандартное отклонение, асимметрия и энтропия), предоставляющих информацию о неоднородности ткани.

TexRAD изначально использовалась в КТ и в последнее время – в МРТ (при различных импульсных последовательностях). Ее возможности достаточно широки, существует большое количество исследований, посвященных оценке ТА как биомаркера при оценке образований и патологических процессов различной локализации (легкие, толстая кишка, молочная железа, пищевод, простата, глиомы, голова и шея, лимфомы, почки, поджелудочная железа, саркомы и меланома, а также стенки сосудов), включая определение прогноза, тяжести заболевания и оценки ответа на лечение [15].

ТА изображений при патологии печени на компьютерной томограмме, помимо информации об изменении структуры опухоли на фоне терапии, может дать информацию о наличии скрытых мелких патологических очагов, выглядящих на “сырых” данных как нормальная паренхима печени. В исследованиях ТА продемонстрировал многообещающие результаты для прогнозирования исходов резекции печени по поводу метастатического поражения. В будущем этот метод может стать новым и независимым предоперационным предиктором как общей, так и безрецидивной выживаемости.



TexRAD является удобным программным обеспечением и может быть легко интегрирован в больничную PACS-систему и использоваться в повседневной клинической практике.

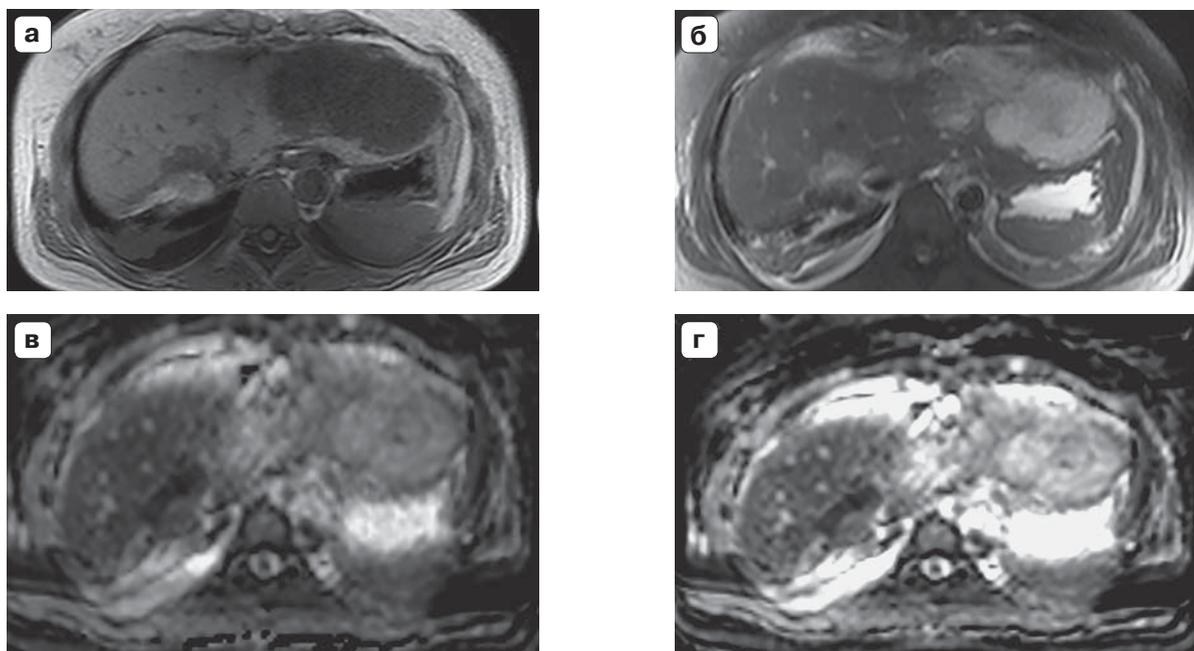
### **Диффузионно-взвешенная МРТ в оценке ответа опухолей печени на терапию**

Диффузионно-взвешенная МРТ (ДВ-МРТ) является еще одной методикой, позволяющей определять изменения структуры опухоли. С помощью диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) получают информацию о движении молекул воды в тканях. Количественным показателем данного процесса является измеряемый или исчисляемый коэффициент диффузии (ИКД), который обычно определяют на автоматически построенных ИКД-картах путем выделения зоны интереса. В образованиях с высокой клеточностью, включая большинство злокачественных опухолей, движение молекул воды ограничено, что характеризуется высоким сигналом на ДВИ и пониженным качественно и количественно – на ИКД-карте. Зоны некроза, участки с нарушенной целостностью клеточной мембраны, напротив, будут характеризоваться высокими значениями ИКД и повышенным сигналом на ИКД-карте. Следовательно, ИКД – многообещающий показатель при оценке эффек-

тивности лечения опухолей, способный выявлять изменения на клеточном уровне [16].

Такие методы лечения, как химиотерапия или лучевая терапия, приводят к нарушению микроstructures опухолевой ткани, дезинтеграции клеточных мембран. В ряде работ было показано, что при положительном ответе на химиотерапию и ТАХЭ печеночных метастазов колоректального рака и рака желудка статистически достоверно повышается базовое значение ИКД уже на 3–9-й день после начала лечения, задолго до изменений размеров образования [16, 17]. Также при положительном ответе на ТАХЭ отмечалось повышение значений ИКД во всем объеме очага холангиокарциномы [18]. Было показано, что ДВИ превосходят ПЭТ/КТ в оценке раннего ответа метастазов в печени после радиоэмболизации микросферами иттрия-90 [19]. Изменение значений ИКД очагов ГЦР после ТАХЭ является независимым предиктором таких показателей, как выживаемость без прогрессирования и общая выживаемость [20].

Существует мнение, что по базовым значениям ИКД опухолей, в частности печеночных метастазов колоректального рака и рака желудка, можно предположить вероятность полного или частичного ответа на лечение [21, 22]. Так, при высоких значениях ИКД – наличии некроза в очаге – ответ на химиотерапию хуже, что объясняют нарушен-



**Рис. 9.** Магнитно-резонансные томограммы. а – T1ВИ, состояние после радиочастотной абляции вторичного очага в печени, определяется зона геморрагического пропитывания с участком резидуальной ткани очага; б – T2ВИ, определяется резидуальная ткань вторичного очага; в – на ДВИ определяется ограничение диффузии в области резидуальной ткани вторичного очага; г – ADC-карта, отмечается гипоинтенсивный сигнал в области резидуальной ткани.



ным кровоснабжением опухоли и неадекватным поступлением химиотерапевтических препаратов [21]. Схожую закономерность наблюдали и при радиочастотной абляции метастазов колоректального рака [23]. В то же время другая группа исследователей не выявила связи между значениями ИКД до лечения и ответом на химиотерапию [24]. Данные о взаимосвязи между базовыми значениями ИКД узлов ГЦР и ответом на ТАХЭ в настоящее время неоднозначны [25, 26]. Одни авторы [25] отметили, что узлы ГЦР, не отвечающие на ТАХЭ, имеют более высокие значения ИКД до лечения. Другие авторы [26] представили противоположные результаты: узлы ГЦР с более низкими значениями ИКД имели отрицательный или неполный ответ на ТАХЭ. Подобные результаты можно объяснить снижением перфузии опухоли, более высокой клеточностью и степенью дисплазии опухоли [26].

ДВ-МРТ эффективна в диагностике резидуальной опухолевой ткани как после радиочастотной абляции образований печени [27] (рис. 9), так и после лучевой терапии опухолей [28]. Резидуальная опухолевая ткань характеризуется повышенной интенсивностью сигнала на ДВИ и низким сигналом на ИКД-карте [27, 28]. Однако в выявлении рецидива/резидуальной опухолевой ткани ГЦР после ТАХЭ ДВ-МРТ уступает МРТ с контрастированием [29].

Несмотря на ряд преимуществ ДВИ, в настоящее время данный метод не получил широкого применения для контроля лечения образований в печени. Идеальный метод динамического наблюдения должен быть количественным, объективным и воспроизводимым для достоверного обоснования прогрессирования/стабилизации заболевания и прогнозирования ответа. Для внедрения ДВ-МРТ в клиническую практику с целью оценки лечения опухолей печени важным фактором является стандартизация протокола исследования [30].

## Заключение

По рекомендациям NCCN (National Comprehensive Cancer Network) для первичной диагностики колоректального рака и стадирования необходимо выполнить КТ грудной клетки, КТ или МРТ брюшной полости, малого таза, при этом ПЭТ/КТ используется для проблемных ситуаций. После оперативного лечения для динамического наблюдения используется МРТ (первая линия) или КТ в интервале 3–6 мес в течение двух лет и каждые 6 мес до пяти лет. Таким образом, методы лучевой диагностики широко используются для решения вопросов первичной диагностики очаго-

вых образований печени, оценки эффективности лекарственной терапии (включая корреляцию лучевых и морфологических изменений), методик локального лечения (радиочастотной или микроволновой абляции, региональной химиотерапии и др.), волюметрических характеристик (при резекциях печени).

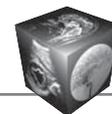
После обширного внедрения одномерные (RECIST 1.1) или двухмерные критерии получили всемирное признание в оценке метастатических поражений печени у пациентов, получавших системную химиотерапию. В настоящее время радиологи сталкиваются с проблемой быстрого введения новых лекарств и широким использованием внутриартериальной терапии. В этих условиях критериев, основанных на изменении общего размера опухоли, недостаточно для точной оценки ответа опухоли на терапию, особенно в начале наблюдения.

Для ГЦР эти ограничения были преодолены путем введения и проверки модифицированных критериев (таких как модифицированный RECIST и критерии EASL), принимающих во внимание только изменения жизнеспособных узлов, накапливающих контрастный препарат в артериальную фазу исследования. Модифицированные критерии имеют ограничения при применении инновационных методов лечения, таких как молекулярные таргетные препараты и радиоэмболизация. Также данные критерии невозможно использовать в отношении гиповаскулярных образований. Таким образом, существует растущий интерес в развитии и стандартизации биомаркеров ответов образований на терапию (например, перфузии, ПЭТ, КТ с двумя источниками излучения) и внедрении их в клиническую практику.

В настоящее время ведение пациентов с очаговыми образованиями печени на фоне химиотерапии или после локальных методик лечения представляет большие трудности. На данном этапе становится недостаточным измерение размеров, необходима стандартизированная система единых измерений. Критерии RECIST 1.1, mRECIST, Choi и соавт. были разработаны для решения данной проблемы и должны широко внедряться в повседневную практику.

## Список литературы / References

1. Федоров В.Д., Вишневецкий В.А., Кубышкин В.А., Гаврилин А.В., Икрамов Р.З., Щеголев А.И., Кармазановский Г.Г., Овезов А.М., Кудрявцева Т.Ю., Старикова Ю.В., Сергеева О.И. Радиочастотная абляция злокачественных опухолей печени. *Анналы хирургической гепатологии*. 2005; 3 (10): 7–16.  
Fedorov V.D., Vishnevskij V.A., Kubyshkin V.A., Gavrilin A.V., Ikramov R.Z., Shhegolev A.I., Karmaza-



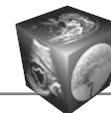
- novsky G.G., Ovezov A.M., Kudrjavceva T.Ju., Starikova Ju.V., Sergeeva O.I. Radiofrequency ablation of malignant liver tumors. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii*. 2005; 3 (10): 7–16. (In Russian)
2. Афанасьев С. Г., Тузиков С. А. Нерезектабельные опухоли печени (обзор литературы). *Сибирский онкологический журнал*. 2006; 1 (17): 49–54. Afanas'ev S.G., Tuzikov S.A. Unresectable liver tumors (literature review). *Sibirskiy onkologicheskij zhurnal*. 2006; 1 (17): 49–54. (In Russian)
  3. WHO Handbook for reporting results of cancer treatment. Geneva, Switzerland: World Health Organisation, 1979. 48 p.
  4. Therasse P., Arbuck S.G., Eisenhauer E.A., Wanders J., Kaplan R.S., Rubinstein L., Verweij J., Glabbeke M.V., Oosterom A.T., Christian M.C., Gwyther S.G. New guidelines to evaluate the response to treatment in solid tumors. *J. Nat. Cancer. Inst.* 2000; 92: 205–216. DOI: 10.1093/jnci/92.3.205.
  5. Miller A.B., Hoogstraten B., Staquet M., Winkler A. Reporting results of cancer treatment. *Cancer*. 1981; 47:207–214. DOI: 10.1002/1097-0142(19810101)47:1<207::AID-CNCR2820470134>3.0.CO;2-6.
  6. Mazumdar M., Smith A., Schwartz L.H. A statistical simulation study finds discordance between WHO criteria and RECIST guideline. *J. Clin. Epidemiol.* 2004; 57 (4): 358–365. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2003.07.015.
  7. Eisenhauer E.A., Therasse P., Bogaerts J., Schwartz L.H., Sargen D., Ford R., Dancey J., Arbuck S., Gwyther S.M., Rubinstein L., Shankar L., Dodd L., Kaplan R., Lacombe D., Verweij J. New response evaluation criteria in solid tumours: Revised RECIST guideline (version 1.1). *Eur. J. Cancer*. 45 (2009) 228–247. DOI: 10.1016/j.ejca.2008.10.026.
  8. Nishino M., Jagannathan J.P., Ramaiya N.H., Van den Abbeele A.D. Revised RECIST guideline version 1.1: what oncologists want to know and what radiologists need to know. *Am. J. Roentgenol.* 2010; 195 (2): 281–289. DOI: 10.2214/AJR.09.4110.
  9. Weng Z., Ertle J., Zheng S., Lauenstein T., Mueller S., Bockisch A., Gerken G., Yang D., Sghlaak J.F. Choi criteria are superior in evaluating tumor response in patients treated with transarterial radioembolization for hepatocellular carcinoma. *Oncology Letters*. 2013; 6 (6): 1707–1712. DOI: 10.3892/ol.2013.1612.
  10. Lencioni R., Llovet J. M. Modified RECIST (mRECIST) assessment for hepatocellular carcinoma. *Seminars in liver disease*. *Thieme Med. Publ.* 2010; 1 (30): 52–60. DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1247132>. ISSN 0272-8087.
  11. Galbán C.J., Chenevert, T.L., Meyer C.R., Tsien C., Lawrence T.S., Hamstra D.A., Junck L., Sundgren C.P., Johnson D.T., Ross D.J., Rehemtulla A. The parametric response map is an imaging biomarker for early cancer treatment outcome. *Nature Med.* 2009; 15 (5): 572–576. DOI: 10.1038/nm.1919.
  12. Hinrichs J.B., Shin H.O., Kaercher D., Hasdemir D., Murray T., Kaireit T., Lutat C., Vogel A., Meyer B.C., Wacker F.K., Rodt T. Parametric response mapping of contrast-enhanced biphasic CT for evaluating tumour viability of hepatocellular carcinoma after TACE. *Eur. Radiol.* 2016; 26 (10): 3447–3455. DOI: 10.1007/s00330-015-4203-4.
  13. Wang Z., Chen R., Duran R., Zhao Y., Yenokyan G., Chapiro J., Schernthaner R., Radaelli A., Lin M., Geschwind J.F. Intraprocedural 3D Quantification of Lipiodol Deposition on Cone-Beam CT Predicts Tumor Response After Transarterial Chemoembolization in Patients with Hepatocellular Carcinoma. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2015; 38 (6): 1548–1556. DOI: 10.1007/s00270-015-1129-9.
  14. Miles K.A., Ganeshan B., Hayball M.P. CT texture analysis using the filtration-histogram method: what do the measurements mean? *Cancer Imaging*. 2013; 13 (3): 400–406. DOI: 10.1102/1470-7330.2013.9045.
  15. Park H.J., Kim J.H., Choi S.Y., Lee E.S., Park S.J., Byun J.Y., Choi B.I. Prediction of Therapeutic Response of Hepatocellular Carcinoma to Transcatheter Arterial Chemoembolization Based on Pretherapeutic Dynamic CT and Textural Findings. *Am. J. Roentgenol.* 2017: W1–W10. DOI: 10.2214/AJR.16.17398.
  16. Cui Y., Zhang X.P., Sun Y.S., Tang L., Shen L. Apparent diffusion coefficient: potential imaging biomarker for prediction and early detection of response to chemotherapy in hepatic metastases. *Radiology*. 2008; 248 (3): 894–900. DOI: 10.1148/radiol.2483071407.
  17. Marugami N., Tanaka T., Kitano S., Hirohashi S., Nishiofuku H., Takahashi A., Sakaguchi H., Matsuoka M., Otsuji T., Takahama J., Higashiura W., Kichikawa K. Early detection of therapeutic response to hepatic arterial infusion chemotherapy of liver metastases from colorectal cancer using diffusion-weighted MR imaging. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2009; 32 (4): 638–646. DOI: 10.1148/radiol.2483071407.
  18. Halappa V.G., Bonekamp S., Corona-Villalobos C.P., Li Z., Mensa M., Reyes D., Eng J., Bhagat N., Pawlik T.M., Geschwind J.F., Kamel I.R. Intrahepatic cholangiocarcinoma treated with local-regional therapy: quantitative volumetric apparent diffusion coefficient maps for assessment of tumor response. *Radiology*. 2012; 264 (1): 285–294. DOI: 10.1148/radiol.12112142.
  19. Barabasch A., Kraemer N.A., Ciritsis A., Hansen N.L., Lierfeld M., Heinzl A., Trautwein C., Neumann U., Kuhl C.K. Diagnostic accuracy of diffusion-weighted magnetic resonance imaging versus positron emission tomography/computed tomography for early response assessment of liver metastases to Y90-radioembolization. *Invest. Radiol.* 2015; 50 (6): 409–415. DOI: 10.1097/RLI.000000000000144.
  20. Gluskin J.S., Chegai F., Monti S., Squillaci E., Mannelli L. Hepatocellular Carcinoma and Diffusion-Weighted MRI: Detection and Evaluation of Treatment Response. *J. Cancer*. 2016; 7 (11): 1565–1570. DOI: 10.7150/jca.14582.
  21. Koh D.M., Scurr E., Collins D., Kanbe B., Norman A., Leach M.O., Husband J.E. Predicting response of colorectal hepatic metastasis: value of pretreatment apparent diffusion coefficients. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 188 (4): 1001–1008. DOI: 10.2214/AJR.06.0601
  22. Zheng D.X., Meng S.C., Liu Q.J., Li C.T., Shang X.D., Zhu Y.S., Bai T.J., Xu S.M. Predicting liver metastasis of gastrointestinal tract cancer by diffusion-weighted imaging of apparent diffusion coefficient values. *Wld J. Gastroenterol.* 2016; 22 (10): 3031–3037. DOI: 10.3748/wjg.v22.i10.3031.
  23. Szurowska E., Nowicki T.K., Izycka-Swieszewska E., Zadrozny D., Markiet K., Studniarek M. Predictive value



- of apparent diffusion coefficient in evaluation of colorectal carcinoma hepatic metastases response to radiofrequency ablation. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2013; 38 (5): 1027–1032. DOI: 10.1002/jmri.24089.
24. Mungai F., Pasquinelli F., Mazzoni L.N., Virgili G., Ragozzino A., Quaia E., Morana G., Giovagnoni A., Grazioli L., Colagrande S. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the prediction and assessment of chemotherapy outcome in liver metastases. *Radiol. Med.* 2014; 119 (8): 625–633. DOI: 10.1007/s11547-013-0379-3.
  25. Yuan Z., Ye X.D., Dong S., Xu L.C., Xu X.Y., Liu S.Y., Xiao X.S. Role of magnetic resonance diffusion-weighted imaging in evaluating response after chemoembolization of hepatocellular carcinoma. *Eur. J. Radiol.* 2010; 75 (1): e9–14. DOI: 10.1016/j.ejrad.2009.05.040.
  26. Mannelli L., Kim S., Hajdu C.H., Babb J.S., Taouli B. Serial diffusion-weighted MRI in patients with hepatocellular carcinoma: Prediction and assessment of response to transarterial chemoembolization. Preliminary experience. *Eur. J. Radiol.* 2013; 82 (4): 577–582. DOI: 10.1016/j.ejrad.2012.11.026.
  27. Nassef M.A. Added value of diffusion weighted MRI in evaluation of treatment response: post radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma. *Egypt J. Radiol. Nucl. Med.* 2015; 7 (3): 581–590. DOI: 10.1016/j.ejrn.2015.05.010.
  28. Park H.J., Kim S.H., Jang K.M., Lim S., Kang T.W., Park H.C., Choi D. Added value of diffusion-weighted MRI for evaluating viable tumor of hepatocellular carcinomas treated with radiotherapy in patients with chronic liver disease. *Am. J. Roentgenol.* 2014; 202 (1): 92–101. DOI: 10.2214/AJR.12.10212.
  29. Yu J.S., Kim J.H., Chung J.J., Kim K.W. Added value of diffusion-weighted imaging in the MRI assessment of perilesional tumor recurrence after hemoembolization of hepatocellular carcinomas. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2009; 30 (1): 153–160. DOI: 10.1002/jmri.21818.
  30. Matos A.P., Altun E., Ramalho M., Velloni F., Alobaidy M., Semelka R.C. An overview of imaging techniques for liver metastases management. *Expert Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 2015; 9 (12): 1561–1576. DOI: 10.1586/17474124.2015.1092873.

Поступила в редакцию 15.11.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 15.11.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-63-71

## Адаптация мировых и европейских рекомендаций по эластографии печени для отечественной лучевой диагностики

**Борсуков А.В.\***

Проблемная научно-исследовательская лаборатория “Диагностические исследования и малоинвазивные технологии” ФГБОУ ВО “Смоленский государственный медицинский университет” Минздрава России, Смоленск, Россия

## Adaptation of the World and European Recommendations on Liver Elastography for Domestic Radiology

**Borsukov A.V.\***

Problem scientific research laboratory “Diagnostic researches and miniinvasive technologies” Smolensk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Smolensk, Russia

В статье сделана попытка валидации мировых и европейских рекомендаций по эластографии печени 2015–2017 гг. для практического здравоохранения. С позиции лучевой диагностики обсуждаются суммарные положения экспертов по пороговым значениям фиброза печени, путей клинической интерпретации эластометрии. Оценка динамики алгоритмов в эластометрии от Европейских рекомендаций 2013 г. до положений мировых и европейских экспертов 2015–2017 гг. Оценивается реальная возможность внедрения различных типов эластометрии в отечественную практику с учетом темпов обновления УЗ-оборудования и формата взаимодействия государственной и частной медицины.

**Ключевые слова:** эластография, печень, экспертное мнение.

**Ссылка для цитирования:** Борсуков А.В. Адаптация мировых и европейских рекомендаций по эластографии печени для отечественной лучевой диагностики. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 63–71. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-63-71.

The article contains an attempt to validate the world and European recommendations on liver elastography 2015–2017 for practical health care. From the position of radiology, the expert summarizes the threshold values of liver fibrosis, the ways of clinical interpretation of elastometry. Evaluation of the dynamics of algorithms in elastometry from the European recommendations 2013 to the provisions of the world and European experts 2015–2017. The feasibility of introducing various types of elastometry into domestic practice is assessed, taking into account the pace of updating of ultrasound equipment and the format of interaction between public and private medicine.

**Key words:** elastography, liver, expert opinion.

**Recommended citation:** Borsukov A.V. Adaptation of the World and European Recommendations on Liver Elastography for Domestic Radiology. *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 63–71. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-63-71.

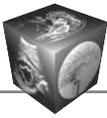
\*\*\*

**Для корреспонденции\*:** Борсуков Алексей Васильевич – 214025 Смоленск-25, а/я 47. Проблемная научно-исследовательская лаборатория “Диагностические исследования и малоинвазивные технологии”. Тел.: +7-905-696-60-50. E-mail: bor55@yandex.ru

**Борсуков Алексей Васильевич** – доктор мед. наук, профессор, директор Проблемной научно-исследовательской лаборатории “Диагностические исследования и малоинвазивные технологии”, Смоленск.

**Contact\*:** Alexey V. Borsukov – 214025 Smolensk-25, PO box 47, Problem scientific research laboratory “Diagnostic researches and miniinvasive technologies”, Russia. Phone: +7-905-696-60-50. E-mail: bor55@yandex.ru

**Alexey V. Borsukov** – doct. of med. sci., professor, Director of Problem scientific research laboratory “Diagnostic researches and miniinvasive technologies”, Smolensk, Russia.



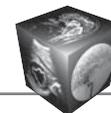
Внедрение метода эластографии в РФ прошло в формате национальной программы борьбы со значимыми социальными болезнями: с 2006–2007 гг. для неинвазивной диагностики фиброза печени при хроническом вирусном гепатите Минздравом РФ было поставлено более 30 аппаратов для транзиентной эластографии (ТЕ) в инфекционные отделения больниц различных регионов РФ. Потребовалось около 5 лет для осмысления возможностей данной методики. Итоги этого этапа были отражены в первой монографии в РФ по эластографии 2011 г. [1]. Чуть позднее в нашу страну поступили первые УЗ-приборы с режимом компрессионной эластографии (стрейн-эластографии, SE). В 2010 г. в Москве прошла презентация оборудования с режимом двухмерной эластографии сдвиговой волной (2D-SWE). Приблизительно в это время началась продажа приборов с блоком точечной эластографии сдвиговой волной (pSWE, синоним – ARFI). Таким образом, оснащение парка отечественных УЗ-приборов всеми типами эластографии было начато. После 2010 г. в 2013 г. в Европе появились первые рекомендации по эластографии [2]. У нас в стране к этому времени были только отдельные научные публикации на российских научных форумах по хирургии, терапии, урологии, эндокринологии и т.д. Даже сейчас идут дискуссии между клиницистами и врачами лучевой диагностики о необходимости и месте

в диагностических алгоритмах УЗ-эластографии. Мировые эксперты по этому вопросу в рекомендациях 2015 г. и повторных Европейских рекомендациях 2017 г. уже обоснованно, с позиций доказательной медицины, приводят аргументы, дающие основание применять эластографию при большинстве диффузных поражений печени [3, 4]. Для сокращения дистанции между мировыми научными и отечественными медицинскими сообществами представляется необходимым познакомиться специалистам практического российского здравоохранения с основными положениями мировых рекомендаций по эластографии. Конечно, это не отменяет накопление отечественного опыта, однако слепое повторение уже пройденного пути – не лучший способ овладения новой методикой. В мировых и Европейских рекомендациях статистически обоснованно приводятся положения о диапазоне диагностических возможностей каждой методики эластографии, рекомендуются пороговые значения эластографии для основных диффузных заболеваний печени.

Рациональное использование вышеуказанной информации в практической работе лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) нашей страны позволит нам шагать в ногу с общепринятым научным сообществом. К сожалению, официального перевода мировых и Европейских рекомендаций на русский язык нет, что ограничивает знакомство

#### Уровни доказательности в медицине и уровни рекомендаций

LoE (level of evidence) – уровень доказательности	1	a	Систематический обзор гомогенных рандомизированных исследований 1-го уровня и метаанализов
		b	Рандомизированное исследование с узким доверительным интервалом
		c	Рандомизированные контролируемые исследования
	2	a	Систематический обзор гомогенных когортных исследований
		b	Когортное исследование или клиническое исследование с низким качеством рандомизации
		c	Контролируемые исследования по принципам GCP
	3	a	Систематический обзор гомогенных исследований типа “случай-контроль”
		b	Исследование типа “случай-контроль”
	4		Серия случаев и когортные исследования или исследования “случай-контроль” низкого качества
	5		Мнение экспертов
GoR (grade of recommendation) – степень рекомендации	A		Большие двойные слепые плацебоконтролируемые исследования, а также данные, полученные при метаанализе нескольких рандомизированных контролируемых исследований
	B		Выработка группой экспертов консенсуса по определенной проблеме
	C		Выработка группой экспертов консенсуса по определенной проблеме
	D		Выработка группой экспертов консенсуса по определенной проблеме



с ними практических врачей-операторов, проводящих эластографию во всех регионах РФ. Имеется единичная публикация на русском языке на сайте одной из фирм-поставщиков медицинского оборудования [5]. Мы правомочны провести комментарий и обсуждение основных положений рекомендаций в авторской интерпретации текста в переводе с английского на русский язык. Безусловно, смысл положений рекомендаций экспертов в данной статье сохранен, что отнюдь не отменяет иных взглядов и подходов к оценке текста Рекомендаций, возникших после прочтения настоящей работы.

В Европейских рекомендациях 2017 г. основные позиции экспертов выделены в 30 положений, резюмирующих обсуждения экспертов. В мировых рекомендациях отдельные положения не выделялись, там были приведены только позиции экспертов, по контексту не вошедшие в Европейские рекомендации 2017 г. Каждое положение имеет свой уровень доказательности, в таблице приведены общепринятые уровни доказательности и характер предлагаемых рекомендаций [6].

#### **Положение 1**

Врач-оператор должен пройти обучение по проведению эластографии/эластометрии (LoE 5, GoR C, консенсус 100%).

#### **Положение 2**

Сбор данных должен проводить специально обученный персонал. Для проведения pSWE и 2D-SWE обязательно наличие опыта работы специалиста в В-режиме (LoE 5, GoR C, консенсус 100%).

#### **Положение 3**

Измерение жесткости печени методом SWE выполняется через правые межреберья, лежа на спине с отведенной за голову правой рукой, перед задержкой дыхания следует избегать глубокого вдоха (LoE 2b, GoR B, консенсус 100%).

#### **Положение 4**

Измерение жесткости печени методом SWE должно выполняться опытным оператором (LoE 2b, GoR B, консенсус 100%).

#### **Положение 5**

Эластометрия pSWE и 2D-SWE должна выполняться на расстоянии не ближе 10 мм от капсулы печени (LoE 1b, GoR A, консенсус 100%).

#### **Положение 6**

Эластометрия печени методом SWE должна выполняться не раньше чем через 2 ч после еды и не менее чем через 10 мин отдыха (LoE 2b, GoR B, консенсус 72%).

**Комментарии и обсуждение.** Мировые и европейские эксперты сходятся в том, что требуется обучение оператора методике эластографии. Мнение экспертов к понятию “оператор” шире, чем у нас в РФ. Туда входят как врачи, так и средний медицинский персонал. У нас только врачи могут проводить эластографию. Необходимость обучения также закономерна, особенно это касается режима 2D-SWE, когда требуется визуализация печени в серошкальном УЗ-режиме для оптимизации размещения зоны эластометрии вне сосудов, желчных протоков и/или иных структур. У нас есть личная позиция по поводу ТЕ: когда фирма-производитель указывала, что гепатолог может проводить эластометрию, не имея сертификата врача УЗД, в 2007 г. нам удалось убедить администрацию ЛПУ поставить прибор в отделение лучевой диагностики, в отличие от других областей, где прибор установлен в инфекционные больницы и эластометрию проводит врач-инфекционист без навыков УЗ-визуализации печени. В течение последних 10 лет работы мы неоднократно пересекались с пациентами из регионов, где ТЕ проводили без предварительного УЗИ. У нас врач-оператор проводит эластометрию после УЗИ печени, т.е. серошкального УЗИ для уточнения оптимальной зоны проведения ТЕ. Количество ложноотрицательных и ложноположительных результатов в последнем случае было ниже на 30–40% в отличие от рутинной “слепой” ТЕ.

Эксперты в мировых рекомендациях 2015 г. указывают на то, что ТЕ проводится средним медицинским персоналом, а затем анализируется врачом-экспертом. У нас это невозможно, так как количество среднего медперсонала в ЛПУ традиционно в дефиците, они значительно загружены другой работой, у них низкая заработная плата и вводить новые обязанности медсестрам без решения проблем экономической мотивации из области медицинских фантазий.

По положению 4 мировые и европейские эксперты расходятся в количестве предварительно сделанных эластографий: некоторые указывают не менее 50 эластометрий, другие 100–150 предварительных исследований совместно с врачом-наставником. Только после этого учебного тренингового курса можно говорить о начально достаточном



уровне врача-оператора. Опыт работы врача в серошкальном режиме (В-режим) УЗИ важен, но не отменяет и не уменьшает количество предварительных эластометрий/эластографий печени.

#### **Положение 7**

Перед проведением LSM при SWE следует исключить воспаление печени ( $\uparrow$ АСТ/АЛТ > 5 раз верхней границы нормы), обструктивный холестаз, желтуху, острый гепатит и инфильтративные заболевания печени с целью уменьшения переоценки фиброза печени (LoE 2b, GoR B) и/или эти данные должны учитываться при интерпретации данных SWE (LoE 1b, GoR B, консенсус 94%).

#### **Положение 8**

Значение SWE в пределах нормы исключает значимый цирроз печени, если эти данные согласовываются с клинико-лабораторными показателями (LoE 2b, GoR B, консенсус 94%).

**Комментарии и обсуждение.** Отрадно видеть, что фоновой патологии (метаболический синдром, сахарный диабет, хроническая сердечная недостаточность, острый гепатит, синдром механической желтухи и т.д.) официально придается большое значение, так как во время консолиума зачастую возникает проблема между требованием врача-клинициста о верификации уровня фиброза в печени и невозможностью получения достоверного результата от врача лучевой диагностики только при УЗ-эластографии. Положения 7 и 8 дают нам, врачам-диагностам, объективное обоснование для получения достоверных данных эластометрии только при нормализации клинического течения фоновых/конкурирующих нозологических форм и/или получения относительно разных показателей эластометрии для клинической интерпретации показателей во время мониторинга заболевания. Эксперты в мировых рекомендациях указывают на информативность биохимических маркеров фиброза печени (Fibro Index, FIB-4, Fibro Test), однако имеется большое количество факторов, влияющих на эти показатели, что приводит к ложноположительным результатам. В нашей стране это малораспространено, так как биохимические панели оценки фиброза печени имеют высокую стоимость, не входят в систему ОМС и не доступны большинству населения. К тому же при большинстве диффузных заболеваний печени требуется мониторинг уровня фиброза в виде нескольких точек оценки, что делает стоимость биохимических методов еще более экономически невозможной.

#### **Положение 9**

При ТЕ должно быть проведено 10 измерений. Показатель интерквартильной широты IQR/M  $\leq$  30% является самым важным критерием надежности полученных результатов (LoE 1b, GoR A, консенсус 100%).

#### **Положение 10**

Значения, получаемые при использовании датчика XL, обычно ниже, чем при использовании датчика M. В настоящее время отсутствуют конкретные рекомендации по использованию пороговых значений (LoE 2b, GoR B, консенсус 77%).

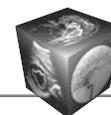
**Комментарии и обсуждение.** В обеих рекомендациях эксперты начинают характеристику разных методик эластографии метода ТЕ. Исторически – это первый способ неинвазивной диагностики фиброза печени. Можно сказать, что ТЕ положила начало революционному изучению алгоритмов наблюдения за пациентами с хроническим вирусным гепатитом (ХВГ). За последние 15 лет количество биопсий у данной категории больных сократилось на 50–80%. К недостаткам ТЕ относили затруднения измерения фиброза у тучных пациентов.

Поэтому фирма-производитель внесла технологические изменения и в последние годы имеется два датчика: для тучных больных – XL, а для нормостеников – модель M. Это породило проблему изменения норм для этих двух моделей датчиков. Консенсус в 77% экспертного сообщества указал выход из этой ситуации (см. положение 10).

К достоинствам ТЕ относится высокая воспроизводимость метода, равная 0,98, однако у пациентов с низким фиброзом F0-F1 воспроизводимость достигала всего 0,6. Снижается также воспроизводимость у пациентов со стеатозом (0,9) и у лиц с ожирением (0,94). Для ТЕ уже более 10 лет имеются нормы эластометрии и данные по степеням фиброза: F0: E–3,0 kPa, F2: E–7,7 kPa ( $V_s = 1,6$  м/с), F4: E–27,0 kPa ( $V_s = 3,0$  м/с), где E – модель упругости,  $V_s$  – скорость сдвига по Castera et al., 2008. Оптимально использование порогов отсечения при хронических заболеваниях печени: F0-F1 > 2,5 kPa; F2 > 7,0 kPa; F4 > 12,5 kPa. В отличие от мировых рекомендаций 2015 г. в Европейских рекомендациях 2017 г. эксперты уделяют ТЕ меньше места, в большей степени говорится о методах SWE (pSWE, 2D-SWE).

#### **Положение 11**

Адекватное изображение печени в В-режиме является необходимым требованием для эласто-



метрии в режиме pSWE и 2D-SWE (LoE 5, GoR D, консенсус 100%).

#### **Положение 12**

Для pSWE необходимо провести не менее 10 измерений с получением среднего значения (LoE 2b, GoR B, консенсус 100%).

#### **Положение 13**

Для 2D-SWE должно быть получено минимум 3 измерения. Полученный результат должен быть выражен в виде медианы вместе с интерквартильным диапазоном (LoE 2b, GoR B, консенсус 100%).

#### **Положение 14**

Методы объективной оценки деформации разрабатываются, но в настоящее время не могут быть рекомендованы для использования в клинической практике (LoE 5, GoR D, консенсус 100%).

#### **Положение 15**

Результаты с наименьшей вариабельностью при сравнении различных систем pSWE или 2D-SWE были получены на глубине 4–5 см от контактного датчика (LoE 4, GoR C, консенсус 94%).

**Комментарии и обсуждение.** Европейские эксперты в отличие от мировых Рекомендаций уделили большее место патофизиологическому обоснованию методов SWE. Выделен отдельный раздел “Различия между эластометрией и УЗ-изображениями”. Приводятся данные о большей чувствительности эластографии печени к патологиям, где изменяются сосудистый или интерстициальный градиент давления, когда обычное УЗИ может не выявить эти изменения. Модуль сдвига G при эластографии изменяется более чем на 5 порядков по всем мягким тканям по сравнению с модулем объема K, который изменяется на  $\pm 12\%$  от исходного значения (оценивается серошкальным изображением). Приводится большое количество информации по качеству оценки эластографии различными фирмами-производителям, однако в положении 14 отдельно указывается, что в практике это пока что не применимо (100% консенсус экспертов).

Мировые эксперты приводят цифры воспроизводимости эластометрии: для pSWE это от 0,84 до 0,87, по другим авторам 0,83–0,94 для 10 измерений.

По режиму 2D-SWE воспроизводимость между различными операторами в 1 день 0,93–0,95. В разные дни воспроизводимость снижается и составляет для начинающих 0,65, а для опытных операторов – 0,84. Эти данные подчеркивают,

что обучение методике эластографии необходимо. По нашему мнению, обучение эластографии/эластометрии обязательно, включая теоретическую подготовку и практические занятия. Практика 2–3-часовых занятий врача с аппликатором при установке нового УЗ-оборудования, включая опцию “эластография”, малоэффективна. При этом врач не успевает отработать навык, начинает “вариться” в собственном профессиональном объеме, что может сформировать изначально неправильную методику эластометрии. Отрадно, что у нас в РФ имеются школы по эластографии. Они изначально дают теоретические и практические знания врачу в соответствии с мировым опытом эластометрии печени.

Европейские эксперты приводят данные о различных оценках метода сдвига E и модуля деформации G. Разница определяется дифференциацией физических законов и их условной применимости в тканях человека при расчетах. Эксперты рекомендуют указывать в научных работах по какому параметру в кПа (E или G) производился расчет эластометрии.

При анализе Европейских и мировых рекомендаций выявляется разница в степени обсуждения метода компрессионной эластометрии печени. Мировые эксперты выделяют ему большое место с подробным анализом эффективности, европейские эксперты достаточно лаконичны: методика имеет свою диагностическую нишу, но не более. Это все объяснимо, так как страны азиатско-тихоокеанического региона имели широкую возможность получить эту технологию от своих разработчиков, а методы SWE – европейская технология, получившая развитие в Европе и Америке. Мы имеем личный 3-летний опыт работы в многоцентровом научном исследовании по компрессионной эластографии (SE) печени [7]. Методика оценивает большой объем ткани печени и автоматически рассчитывает индекс фиброза (LF). Это бесспорное достоинство методики, однако LF рассчитывается только для одной ниши УЗ-приборов и несравним с другими методами, включая аналогичные методики SE других фирм-производителей. Во-вторых, результаты SE зависят от параметров сердечного толчка, которые зависимы от многих лабильных факторов: ЧСС, АД, динамик фракции выброса, типа экстрасистолии и т.д. Вот почему европейские эксперты указывают на несомненное преимущество SWE перед SE.

Следующий блок рекомендаций характеризует отдельные нозологические формы с указанием возможностей различных методов эластографии.



#### **Положение 16**

TE может быть использована в качестве первой линии оценки тяжести фиброза печени у пациентов с хроническим вирусным гепатитом С, а также для исключения фиброза (LoE 1b, GoR A, консенсус 94%).

#### **Положение 17**

pSWE может быть использована в качестве первой линии для оценки выраженности фиброза печени у пациентов с хроническим вирусным гепатитом С (как было представлено с помощью VTQ). Этот метод позволяет выявить/исключить цирроз печени (LoE 2a, GoR B, консенсус 94%).

#### **Положение 18**

2D-SWE может быть использована в качестве первой линии для оценки выраженности фиброза печени у пациентов с хроническим вирусным гепатитом С. Этот метод позволяет выявить/исключить цирроз печени (LoE 1b, GoR A, консенсус 94%).

#### **Положение 19**

SWE не рекомендуется для контроля выраженности фиброза во время лечения вирусного гепатита С (LoE 3, GoR D, консенсус 100%).

#### **Положение 20**

Изменения динамики жесткости печени после успешного лечения вирусного гепатита С не должны влиять на стратегию ведения пациента (например, динамическое наблюдение за развитием гепатоцеллюлярной карциномы) (LoE 3, GoR D, консенсус 94%).

#### **Положение 21**

TE эффективна для выявления цирроза печени у пациентов с хроническим вирусным гепатитом В. Также необходимо учитывать уровень сывороточных трансаминаз (превышение более чем в 5 раз верхней границы нормы) (LoE 1b, GoR A, консенсус 94%).

#### **Положение 22**

TE эффективна для исключения фиброза у неактивных носителей вирусного гепатита В (LoE 2, GoR B, консенсус 100%).

#### **Положение 23**

pSWE, как показывает VTQ, эффективен в выявлении цирроза печени у пациентов с хроническим вирусным гепатитом В (LoE 2a, GoR B, консенсус 100%).

#### **Положение 24**

2D-SWE, как показывает SSI, эффективен в выявлении цирроза печени у пациентов с хроническим вирусным гепатитом В (LoE 3a, GoR C, консенсус 94%).

#### **Положение 25**

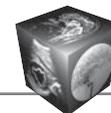
Изменения динамики жесткости печени при лечении вирусного гепатита В не должны влиять на стратегию ведения пациента (например, динамическое наблюдение за возникновением гепатоцеллюлярной карциномы у пациентов с высоким риском) (LoE 2b, GoR B, консенсус 100%).

**Комментарии и обсуждение.** Все 10 положений из Европейских рекомендаций 2017 г. довольно четко свидетельствуют о диапазоне применения эластографии при ХВГ В и С. Мировые эксперты достаточно подробно и с указанием цифр диагностической эффективности характеризуют каждый метод эластографии. В обеих рекомендациях имеется четкий дрейф от указания цифр эластометрии по отдельным стадиям фиброза к порогам отсечения с выделением 4 качественных градаций: клинически незначимый, клинически значимый, выраженный фиброз и цирроз печени. Эксперты говорят об обязательном учете порогов отсечения и уровнях АЛТ и АСТ. Приводятся интересные данные корреляции различных методов эластографии с биопсией печени: 2D-SWE-биопсия ( $r = 0,79$ ), TE-биопсия ( $r = 0,70$ ), pSWE-биопсия ( $r = 0,64$ ). AUROC-анализ для фиброза F0-F2: 2D-SWE-биопсия ( $r = 0,89$ ), TE-биопсия ( $r = 0,86$ ), pSWE-биопсия ( $r = 0,84$ ); для дифференциальной диагностики фиброза F3: 2D-SWE-биопсия ( $r = 0,88$ ), TE-биопсия ( $r = 0,84$ ), pSWE-биопсия ( $r = 0,84$ ); для цирроза (F4) 2D-SWE-биопсия ( $r = 0,93$ ), TE-биопсия ( $r = 0,90$ ), pSWE-биопсия ( $r = 0,90$ ). Эти цифры показывают сопоставимость разных методик и возможность их применения у пациентов с ХВГ. Европейские эксперты особо подчеркивают клиническую интерпретацию эластометрии гастроэнтерологом-гепатологом, который “должен знать клинические аспекты заболеваний печени и знать особенности эластографии вообще и каждой методики эластометрии в частности”.

#### **Положение 26**

TE применяется для выявления цирроза печени у пациентов с неалкогольной жировой болезнью печени (LoE 2a, GoR B, консенсус 81%).

**Комментарии и обсуждение.** В обеих рекомендациях четко видно, что работ по неалко-



гольной жировой болезни печени (НАЖБП) с применением ТЕ больше, чем оценка этой патологии другими методами эластометрии. Указывается, что диагностические возможности ТЕ при этой патологии с F3 составляют: чувствительность 85,0%, специфичность 82,0%, при F4 чувствительность 92,0%, специфичность 92,0%; для F2 чувствительность 79,0%, специфичность 75,0%.

Основные цели всей неинвазивной диагностики НАЖБП, включая эластографию, следующие:

1. Идентификация риска НАЖБП у больных с метаболическим синдромом.
2. Выявление пациентов с худшими признаками.
3. Мониторинг прогрессирования заболевания.
4. Оценка ответа на лечение.

Эксперты выделили группу факторов, вызывающих некорректные показатели эластографии или вообще невозможность проведения любого вида эластометрии, которые указаны ниже.

Ограничения SWE (Европейские рекомендации 2017 г.):

- глубина измерения > 50 мм,
- некачественное УЗ-окно,
- реверберации,
- избыточная передаточная пульсация,
- слабое дыхание,
- большой асцит,
- межреберная толщина брюшной стенки > 25 мм,
- ИМТ > 30 кг/м<sup>2</sup>,
- стеатоз печени,
- окружность талии > 102 см

Чувствительность pSWE при НАЖБП составляет 80,2%, ТЕ (М-зонд), pSWE и 2D-SWE (F3) показали AUROC-данные > 0,84. При F3-F4 возможности 2D-SWE были выше, чем при pSWE при F3.

#### **Положение 27**

ТЕ применяется для исключения цирроза печени у пациентов с алкогольной болезнью печени при условии отсутствия острого алкогольного гепатита (LoE 2b, GoR B, консенсус 100%).

**Комментарии и обсуждение.** Количество исследований по алкогольной болезни печени (АБП) в рекомендациях 2015 г. значительно меньше, чем в рекомендациях 2017 г. ТЕ может быть использована для оценки степени фиброза и наличия цирроза. Данных по SWE недостаточно для выводов. Оптимальные пороговые значения ТЕ при АБП  $\geq$  F2 (7,8–9,6 кПа);  $\geq$  F3 (8,0–17,0 кПа);  $\geq$  F4 (12,5–22,7 кПа).

Остается еще неясным вопрос взаимоотношения уровня АЛТ, АСТ, ГГТ, железа, сроков абстиненции с показателями эластометрии. В отличие

от Рекомендаций 2015 г. европейские эксперты выделили раздел холестатических и аутоиммунных заболеваний печени, однако без выделения резюмирующих положений. Холестаз, по их данным, повышает жесткость печени независимо от степени фиброза. У детей с врожденной атрезией желчных путей эластография печени и селекции может быть информативна для прогнозирования в дооперационном и послеоперационном периодах. Можно выявлять на настоящий момент только две категории пациентов: отсутствие фиброза и значительный фиброз.

#### **Положение 28**

LSM с помощью ТЕ эффективно для выявления пациентов с высокой вероятностью наличия клинически значимой портальной гипертензии (ГДПВ  $\geq$  10 мм рт.ст.) (LoE 2b, GoR B, консенсус 100%).

#### **Положение 29**

ТЕ в сочетании с подсчетом количества тромбоцитов диагностически значима для исключения варикозно-расширенных вен пищевода, требующих лечения у пациентов с синдромом портальной гипертензии (LoE 2b, GoR B, консенсус 93%); Несмотря на то что предварительные результаты дают надежду, однако нет достаточных данных, чтобы рекомендовать pSWE и 2D-SWE в этой ситуации.

**Комментарии и обсуждение.** Обращает на себя внимание более подробная характеристика ТЕ при данном синдроме, чем другие методики эластографии. Имеются количественно значимые показатели ТЕ при портальной гипертензии с AUROC = 0,93. Точность метода SWE ниже: AUROC = 0,82–0,90 для pSWE; AUROC 0,80–0,92 для 2D-SWE. Европейские эксперты более осторожно относятся к эластографии селезенки при портальной гипертензии, чем мировые эксперты. Однако официально рекомендовать пороги отсечения для портальной гипертензии, по их мнению, рано. Эксперты подчеркивают диагностическую важность традиционных УЗ-критериев селезенки (размеры, площадь, диаметр селезеночной вены) при оценке синдрома портальной гипертензии. Эксперты единодушны по информативности эластометрии печени в оценке риска возникновения гепатоцеллюлярной карциномы (ГЦК) у больных ХВГ. Также имеется хорошая прогностическая ценность для предсказания выживаемости и смертности. Однако нужны дополнительные клинические данные, прежде чем результаты эластометрии будут внесены в алгоритм наблюдения пациентов с риском ГЦК.



При очаговой патологии печени все эксперты указывают, что на настоящий момент объем доказательств недостаточно высок, чтобы рекомендовать эластометрию очагов для дифференциальной диагностики. По каждому методу эластографии в рекомендациях имелись информационные блоки “ограничения методики”: они по смыслу коррелируют со всеми положениями, поэтому отдельно в этой статье их приводить мы не стали. Имеются наши работы, где все ограничения эластометрии указаны подробно [8]. Представляет особый интерес разное завершение мировых и европейских рекомендаций. В мировых рекомендациях 2015 г. весь текст заканчивается итоговым суммарным резюме, которое приведено ниже.

1. Эластография – ценный метод в диагностике фиброза при ХВГ и, если эластометрия печени коррелирует с другими клиническими данными, биопсию печени можно не проводить.

2. Значения эластометрии различаются у разных фирм-производителей УЗ-оборудования.

3. Основные факторы, вызывающие ложноотрицательные и ложноположительные результаты эластографии, таковы: воспалительный процесс в печени, холестаза, хроническая сердечная недостаточность с застойными явлениями в печени.

4. Точность эластографии улучшается с возрастом степени фиброза. Наиболее изученной патологией является ХВГ и результаты, полученные при этом, неприменимы в других клинических ситуациях, так как показатели эластометрии зависят от этиологии.

Европейские эксперты свое заключение посвятили процессу встраивания эластографии в систему здравоохранения с позиции страховой медицины.

Приводятся данные по отдельным странам, когда и сколько денежных средств компенсируется в рамках ОМС. Будущее эксперты видят в комбинации различных видов эластографии с выделением наиболее информативных, пороговых значений. Перспективной является комбинация эластометрии и данных лабораторных тестов в дифференциальной диагностике патологии печени.

## Заключение

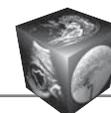
Таким образом, все 29 положений Европейских рекомендаций 2017 г., текст которых совпадает по смыслу с мировыми рекомендациями 2015 г., характеризуют общее отношение научного сообщества к диагностическим возможностям разных методов эластографии в гепатологии на современном этапе. Отечественным врачам лучевой диагностики будет полезно получить эти данные, внедрить их в свою практику.

## Список литературы

1. Борсуков А.В., Крюковский С.Б., Покусаева В.Н., Перегудов И.В., Морозова Т.Г. Эластография в клинической гепатологии (частные вопросы). Монография. Смоленск: Смоленская городская типография, 2011. 276 с.
2. EFSUMB Guidelines and Recommendations for Clinical Use of Ultrasound Elastography: Part 1. Basic principles and technologies. *Ultraschall. Med.* 2013; 34 (2): 169–184. DOI: 10.1055/s-0033-1335205.
3. Claudon M., Dietrich C.F., Choi B., Cosgrove D.O., Kudo M., Nolsoe C.P., Piscaglia F., Wilson S.R., Barr R.G., Chammas M.C., Chaubal N.G., Chen M.-H., Clevert D., Correas J., Ding H., Forsberg F., Fowlkes J., Gibson R.N., Goldberg B.B., Lassau N., Edward L.S., Mattrey R.F., Moriyasu F., Solbiati L., Weskott H.-P. Клинические рекомендации по ультразвуковому исследованию печени с применением контрастных препаратов. Пересмотр от 2012 г. Инициатива WFUMB-EFSUMB с представителем AFSUMB, AIUM, ASUM, FLAUS и ICUS. *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2017; 1: 81–116.
4. WFUMB Guidelines and Recommendations for Clinical Use of Ultrasound Elastography. Part 3: Liver. 2015; 41 (5): 1161–1179. doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.007.
5. Oxford Centre for Evidence-based Medicine – Levels of Evidence (March 2009) Produced by Bob Phillips, Chris Ball, Dave Sackett, Doug Badenoch, Sharon Straus, Brian Haynes, Martin Dawes since November 1998. Updated by Jeremy Howick March 2009. <http://www.cebm.net/oxford-centre-evidence-based-medicine-levels-evidence-march-2009/> (The application date: 05.09.2017)
6. Постнова Н.А., Борсуков А.В., Морозова Т.Г., Ильясов Б.Б., Андреев Б.В. Использование компрессионной эластографии для неинвазивной оценки фиброза печени: результаты многоцентрового исследования. *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2016; 6: 10–21.
7. Борсуков А.В., Амосов В.И., Бусько Е.А., Баранник Е.А., Васильева Ю.Н., Данзанова Т.Ю., Дынник О.Б., Иванов Ю.В., Изранов В.А., Казакова О.П., Ковалев А.В., Линская А.В., Мамошин А.В., Марусенко А.И., Морозова Т.Г., Рахимжанова Р.И., Сафронова М.А., Синюкова Г.Т., Смысленова М.В., Фазылова С.А. Рекомендации 2016–2017 по стандартизации методики компрессионной эластографии молочной железы, щитовидной железы, регионарных лимфоузлов, внеорганных образований и при эндосонографии. Смоленск, ПНИЛ, 2017. [http://www.borsukov67.ru/img/file/metodichka\\_v21.pdf](http://www.borsukov67.ru/img/file/metodichka_v21.pdf) (Дата обращения: 05.09.2017)
8. Борсуков А.В., Андреев В.Г., Гельт Т.Д., Гурбатов С.Н., Демин И.Ю., Иванова Е.В., Ковалев А.В., Козлова Е.Ю., Мамошин А.В., Морозов М.В., Морозова Т.Г., Романов С.В., Руденко О.В., Рыхтик П.И., Сафонов Д.В., Сафронова М.А., Тимашков И.А. Эластография сдвиговой волны: анализ клинических примеров. Смоленск: Смоленская городская типография, 2017. 376 с.

## References

1. Borsukov A.V., Krukovskiy S.B., Pokusaeva V.N., Peregudov I.V., Morozova T.G. Elastography in clinical hepatology (private matters). Monography. Smolensk: Smolenskaya gorodskaya tipographia, 2011. 276 p. (In Russian)



2. EFSUMB Guidelines and Recommendations for Clinical Use of Ultrasound Elastography: Part 1. Basic principles and technologies. *Ultraschall. Med.* 2013; 34 (2): 169–184. DOI: 10.1055/s-0033-1335205.
3. Claudon M., Dietrich C.F., Choi B., Cosgrove D.O., Kudo M., Nolsoe C.P., Piscaglia F., Wilson S.R., Barr R.G., Chammass M.C., Chaubal N.G., Chen M.-H., Clevert D., Correas J., Ding H., Forsberg F., Fowlkes J., Gibson R.N., Goldberg B.B., Lassau N., Edward L.S., Mattrey R.F., Moriyasu F., Solbiati L., Weskott H.-P. Clinical recommendations for the liver ultrasound examination with contrast enhancement. Revision from 2012. Initiative WFUMB-EFSUMB with representation of AFSUMB, AIUM, ASUM, FLAUS and ICUS. *Ultrasound & Functional Diagnostics.* 2017; 1: 81–116. (In Russian)
4. WFUMB Guidelines and Recommendations for Clinical Use of Ultrasound Elastography. Part 3: Liver. 2015; 41 (5): 1161–1179. doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.007.
5. Oxford Centre for Evidence-based Medicine – Levels of Evidence (March 2009) Produced by Bob Phillips, Chris Ball, Dave Sackett, Doug Badenoch, Sharon Straus, Brian Haynes, Martin Dawes since November 1998. Updated by Jeremy Howick March 2009. <http://www.cebm.net/oxford-centre-evidence-based-medicine-levels-evidence-march-2009/> (The application date: 05.09.2017)
6. Postnova N.A., Borsukov A.V. Morozova T.G., Ilyasov B.B., Andreev B.V. Use of compression elastography for a noninvasive assessment of liver fibrosis: results of a multicenter study. *Ultrasound & Functional Diagnostics.* 2016; 6: 10–21. (In Russian)
7. Borsukov A.V., Amosov V.I., Busko E.A., Barannik E.A., Vasilyeva Yu.N., Danzanova T.Yu., Dynnik O.B., Ivanov Yu.V., Izranov V.A., Kazakova O.P., Kovalev A.V., Linskaya A.V., Mamoshin A.V., Marusenko A.I., Morozova T.G., Rahimzhanova R.I., Safronova M.A., Sinukova G.T., Smislenova M.V., Fazilova S.S. Recommendations 2016-2017 on the standardization of the compression elastography technique of the breast, thyroid, regional lymph nodes, extraorgan neoplasms and at endosonography. Smolensk, Problem scientific-research laboratory, 2017. [http://www.borsukov67.ru/img/file/metodichka\\_v21.pdf](http://www.borsukov67.ru/img/file/metodichka_v21.pdf) (The application date: 05.09.2017) (In Russian)
8. Borsukov A.V., Andreev V.G., Gelt T.D., Gurbatov S.N., Demin I.Yu., Ivanova E.V., Kovalev A.V., Kozlova E.Yu., Mamoshin A.V., Morozov M.V., Morozova T.G., Romanov S.V., Rudenko O.V., Ryhtik P.I., Safonov D.V., Safronova M.A., Timashkov I.A. Shear wave elastography: clinical examples analyzing. Smolensk: Smolenskaya gorodskaya tipographia, 2017. 376 p. (In Russian)

Поступила в редакцию 21.11.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 21.11.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-72-75

## Возможность визуализации распределения в организме человека аутологичных мезенхимальных клеток, введенных в артериальное русло печени

Коткас И.Е.<sup>1\*</sup>, Асадулаев Ш.М.<sup>1</sup>, Енукашвили Н.И.<sup>2,3</sup>, Марченко Н.В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО "Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова" Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ООО "Покровский банк стволовых клеток", Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ФГБУН Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> ФГБУ "Детский научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства", Санкт-Петербург, Россия

## Possibility of Visualization of Distribution in Human Body of Autologous the Mesenchymal Cells Entered into Arterial System of Liver

Kotkas I.E.<sup>1\*</sup>, Asadulayev Sh.M.<sup>1</sup>, Enuakashvili N.I.<sup>2,3</sup>, Marchenko N.V.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Severo-Zapadny state medical university of I. I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Pokrovsky Bank of Stem Cells, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Institute of Cytology RAS, St. Petersburg, Russia

<sup>4</sup> "Children's Scientific Clinical Center of Infectious Diseases of Federal Medical Biological Agency", St. Petersburg, Russia

**Цель исследования:** визуализировать вводимые в артериальное русло печени клеточные структуры с целью оценки возможности их фиксации в ткани печени.

**Материал и методы.** Введение мезенхимальных стволовых аутологичных клеток, меченных наночастицами оксида железа, провели 10 пациентам с диагнозом цирроз печени. Введение выполняли в артериальное русло печени.

**Результаты.** Введенные в артериальное русло печени мезенхимальные аутологичные клетки, меченные наночастицами оксида железа, визуализированы в ткани печени пациентов при помощи магнитно-резонансной томографии.

**Заключение.** Мезенхимальные аутологичные клетки, меченные наночастицами оксида железа, возможно визуализировать в организме человека при помощи магнитно-резонансной томографии. Вводимые в артериальное русло печени мезенхимальные стволовые аутологичные клетки фиксируются в ткани печени.

**Ключевые слова:** цирроз печени, клеточная тера-

пия, мезенхимальные аутологичные стволовые клетки, визуализация клеток в организме человека.

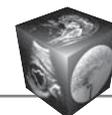
**Ссылка для цитирования:** Коткас И.Е., Асадулаев Ш.М., Енукашвили Н.И., Марченко Н.В. Возможность визуализации распределения в организме человека аутологичных мезенхимальных клеток, введенных в артериальное русло печени. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 72–75.  
DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-72-75.

\*\*\*

**Objective:** to visualize the cellular structures entered into the arterial course of a liver, for the purpose of assessment of a possibility of their fixing in liver tissue.

**Materials and methods.** Introduction of mesenchymal stem autologichny cells, marked by iron oxide nanoparticles was carried out to 10 patients with the diagnosis cirrhosis. Introduction was carried out to the arterial course of a liver.

**Results.** The mesenchymal autologichny cages entered into the arterial course of a liver, marked iron oxide nanoparticles, are visualized in tissue of a liver of patients by means of a magnetic and resonant tomography.



**Conclusion.** Mesenchymal autologichny cages, marked iron oxide nanoparticles, it is possible to visualize in a human body by means of a magnetic and resonant tomography. The mesenchymal stem autologichny cells entered into the arterial course of a liver are fixed in liver tissue.

**Key words:** liver cirrhosis, cell therapy, autologous mesenchymal stem cells, imaging cells in the human body.

**Recommended citation:** Kotkas I.E., Asadulayev Sh.M., Erukashvili N.I., Marchenko N.V. Possibility of Visualization of Distribution In Human Body of Autologous the Mesenchymal Cells Entered into Arterial System of Liver. *Medical visualization*. 2017; 21 (6): 72–75. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-72-75.

\*\*\*

## Введение

На сегодняшний день существует достаточное количество информации об использовании мезенхимальных стволовых аутоклеток в лечении пациентов, страдающих циррозом печени [1–3]. Авторы различных стран описывают свой опыт визуализации пересаженных клеток в организме животных [4–7]. Однако ни в одной доступной нам литературе мы не встретили информацию о возможности визуализировать введенные клеточные структуры в организме человека. Приведенные ниже данные демонстрируют возможность отслеживать распределение введенных клеточных структур в организме человека.

## Цель исследования

Визуализировать вводимые в артериальное русло печени клеточные структуры с целью оценки возможности их фиксации в ткани печени.

## Материал и методы

Представлен опыт визуализации распределения в организме человека мезенхимальных аутологических стволовых клеток, вводимых в артери-

альное русло печени 10 пациентов с диагнозом цирроз печени (различной этиологии). Предварительно для последующей визуализации при помощи магнитно-резонансной томографии мезенхимальные аутоклетки были отмечены наночастицами оксида железа.

## Результаты

У 10 пациентов, имеющих диагноз цирроз печени (различной этиологии), был проведен забор жировой ткани с внутренней поверхности бедра с последующим выделением мезенхимальных стволовых клеток. Клеточные структуры были культивированы. В среднем выполнялось 4 пассажа, в результате которых получали от 25 до 30 млн аутоклеток пациентов. Полученные в результате культивирования клеточные структуры были отмечены наночастицами оксида железа, что в дальнейшем дало возможность визуализировать распределение введенных клеток в организме человека. Всем пациентам выполнялась целиакография. По результатам данного исследования у всех пациентов имелись аномалии развития артериального русла печени (наличие дополнительных печеночных артерий, нетипичные варианты отхождения печеночных артерий и т.д.). После проведения целиакографии всем пациентам выполнялась селективная ангиография артериального русла печени. Введение аутологических мезенхимальных клеток проводилось на уровне собственной печеночной артерии, правой или левой печеночных артерий (в зависимости от анатомического варианта строения). После внутриартериального введения клеточных структур процедура завершалась. С целью оценки распределения вводимых аутоклеток всем пациентам через сутки после введения выполнялась магнитно-резонансная то-

**Для корреспонденции\*:** Коткас Инна Евгеньевна – 191015 Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41. Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова. Тел.: +7-921-948-29-94. E-mail: inna.kotkas@yandex.ru

**Коткас Инна Евгеньевна** – канд. мед. наук, заведующая хирургическим отделением клиники им. Э.Э. Эйхвальда СЗГМУ им. И.И. Мечникова; доцент кафедры факультетской хирургии им. И.И. Грекова СЗГМУ им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург; **Асадулаев Шамиль Магомедович** – канд. мед. наук, заведующий отделением эндоваскулярной хирургии СЗГМУ им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург; **Енукашвили Натэлла Иосифовна** – канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории морфологии клетки, группы не кодирующей ДНК Института цитологии РАН; руководитель научных проектов ООО “Покровский банк стволовых клеток”, Санкт-Петербург; **Марченко Наталья Викторовна** – канд. мед. наук, заведующая отделением лучевой диагностики ФГБУ “Детский научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства”, Санкт-Петербург.

**Contact\*:** 191015 Saint-Petersburg, Kirochnaya str. 41, Russian Federation. I.I. Mechnikov Severo-Zapadny state medical university. Phone: +7-921-948-29-94. E-mail: inna.kotkas@yandex.ru

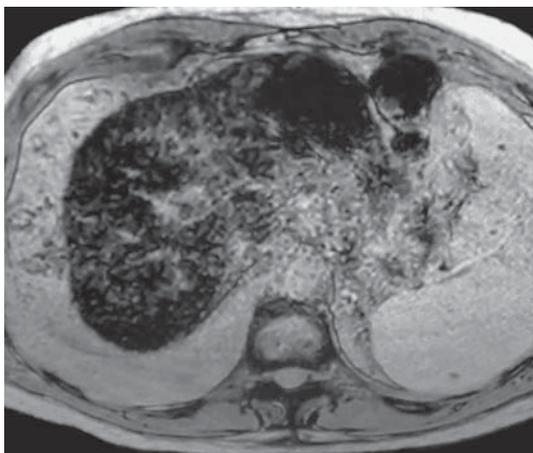
**Inna E. Kotkas** – cand. of med. sci., head of the surgical Department of the E.E. Eichwald clinic of I.I. Mechnikov Severo-Zapadny state medical university; associate Professor of I.I. Grekov faculty surgery department of I.I. Mechnikov Severo-Zapadny state medical university, Saint-Petersburg; **Shamil M. Asadulaev** – cand. of med. sci., head of the Department of endovascular surgery of I.I. Mechnikov Severo-Zapadny state medical university, Saint-Petersburg; **Natetya I. Erukashvili** – cand. of biol. sci., senior researcher of the laboratory of morphology of cells, groups of non-coding DNA of Institute of Cytology Russian Academy of Sciences; head of research projects, “Pokrovsky Bank of stem cells”, Saint-Petersburg; **Natalia V. Marchenko** – cand. of med. sci., head of the radiology Department of “Children’s Scientific Clinical Center of Infectious Diseases of Federal Medical Biological Agency”, Saint-Petersburg.



**Рис. 1.** МР-изображение органов брюшной полости. Визуализация введенных клеточных структур в правой доле печени (стрелкой указано расположение введенных аутологичных клеток в ткани печени).



**Рис. 2.** МР-изображение органов брюшной полости. Введенные клеточные структуры в IV сегменте печени указаны стрелкой.



**Рис. 3.** МР-изображение органов брюшной полости. Визуализация введенных клеточных структур в правой и левой долях печени.

мография органов брюшной полости. У всех пациентов введенные аутологичные мезенхимальные клетки визуализированы в ткани печени. Для примера представлены магнитно-резонансные томограммы, выполненные через сутки после введения аутологичных мезенхимальных стволовых аутоклеток (рис. 1–3).

### Заключение

Используя метки наночастицами оксида железа, мы смогли ответить на достаточно важный вопрос: фиксируются ли в ткани печени вводимые в артериальное печеночное русло клеточные структуры? На основании полученных результатов мы можем утверждать, что введение мезенхимальных стволовых аутоклеток в артериальное русло печени приводит к оседанию введенных клеточных структур в печеночной ткани. После получения подобного ответа перед нами раскрываются перспективы ответить на множество других вопросов, связанных с использованием мезенхимальных аутологичных клеток при лечении циррозов печени.

### Список литературы

1. Kantarcıoğlu M., Demirci H., Avcu F., Karslıoğlu Y., Babayigit M.A., Karaman B., Öztürk K., Gürel H., Akdoğan Kayhan M., Kaçar S., Kubar A., Öksüzözü G., Ural A.U., Bağcı S. Efficacy of autologous mesenchymal stem cell transplantation in patients with liver cirrhosis. *Turkish J. Gastroenterol.* 2015; 26 (3): 244–250.
2. Salama H., Zekri A.R., Medhat E., Al Alim S.A., Ahmed O.S., Bahnassy A.A., Lotfy M., Ahmed R., Musa S. Peripheral vein infusion of autologous mesenchymal stem cells in egyptian hcv-positive patients with end-stage liver disease. *Stem. Cell. Res. Ther.* 2014; 5 (3): 70.
3. Malekzadeh R., Mohamadnejad M., Alimoghaddam K., Bagheri M., Baharvand H., Ghavamzadeh A. Cell-Based Regenerative Therapy as an Alternative to Liver Transplantation for End-Stage Liver Disease: Experience from Iran. *Int. J. Organ Transplant. Med.* 2010; 1 (1): 21–27.
4. Силачев Д.Н., Кондаков А.К., Знаменский И.А., Курашвили Ю.Б., Аболенская А.В., Антипкин Н.Р., Данилина Т.И., Манских В.Н., Гуляев М.В., Пирогов Ю.А., Плотников Е.Ю., Зоров Д.Б., Сухих Г.Т. Использование технеция-99m для прижизненного наблюдения за трансплантированными мультипотентными стромальными клетками. *Клеточные технологии в биологии и медицине.* 2016; 3: 188–195.
5. Zarychta-Wisniewska W., Burdzinska A., Zagodzón R., Dybowski B., Butrym M., Gajewski Z., Paczek L. In vivo imaging system for explants analysis-A new approach for assessment of cell transplantation effects in large animal models. *PLoS One.* 2017; 12 (9): e0184588.
6. Sun C.K., Chang C.L., Lin Y.C., Kao Y.H., Chang L.T., Yen C.H., Shao P.L., Chen C.H., Leu S., Yip H.K. Systemic administration of autologous adipose-derived mesenchymal stem cells alleviates hepatic ischemia-reperfusion injury in rats. *Crit. Care Med.* 2012; 40 (4): 1279–1290.



7. Salomone F., Barbagallo I., Puzzo L., Piazza C., Li Volti G. Efficacy of adipose tissue-mesenchymal stem cell transplantation in rats with acetaminophen liver injury. *Stem. Cell. Res.* 2013; 11 (3):1037–1044.

## References

1. Kantarcioğlu M., Demirci H., Avcu F., Karslıoğlu Y., Babayigit M.A., Karaman B., Öztürk K., Gürel H., Akdoğan Kayhan M., Kaçar S., Kubar A., Öksüzoğlu G., Ural A.U., Bağcı S. Efficacy of autologous mesenchymal stem cell transplantation in patients with liver cirrhosis. *Turkish J. Gastroenterol.* 2015; 26 (3): 244–250.
2. Salama H., Zekri A.R., Medhat E., AlAlim S.A., Ahmed O.S., Bahnassy A.A., Lotfy M., Ahmed R., Musa S. Peripheral vein infusion of autologous mesenchymal stem cells in egyptian hcv-positive patients with end-stage liver disease. *Stem. Cell. Res. Ther.* 2014; 5 (3): 70.
3. Malekzadeh R., Mohamadnejad M., Alimoghaddam K., Bagheri M., Baharvand H., Ghavamzadeh A. Cell-Based Regenerative Therapy as an Alternative to Liver Transplantation for End-Stage Liver Disease: Experience from Iran. *Int. J. Organ Transplant. Med.* 2010; 1 (1): 21–27.
4. Silachev D.N., Kondakov A.K., Znamensky I.A., Kurashvili Yu.B., Abolenskaya A.V., Antipkin N.R., Danilina T.I., Manskih V.N., Gulyaev M.V., Pirogov Yu.A., Plotnikov E.Yu., Zorov D.B., Sukhikh G.T. Use of technetium-99m for intravital observation of transplanted multipotent stromal cells. *Klitochnie tekhnologii v biologii i meditsine.* 2016; 3: 188–195. (In Russian)
5. Zarychta-Wisniewska W., Burdzinska A., Zagodzón R., Dybowski B., Butrym M., Gajewski Z., Paczek L. In vivo imaging system for explants analysis-A new approach for assessment of cell transplantation effects in large animal models. *PLoS One.* 2017; 12 (9): e0184588.
6. Sun C.K., Chang C.L., Lin Y.C., Kao Y.H., Chang L.T., Yen C.H., Shao P.L., Chen C.H., Leu S., Yip H.K. Systemic administration of autologous adipose-derived mesenchymal stem cells alleviates hepatic ischemia-reperfusion injury in rats. *Crit. Care Med.* 2012; 40 (4): 1279–1290.
7. Salomone F., Barbagallo I., Puzzo L., Piazza C., Li Volti G. Efficacy of adipose tissue-mesenchymal stem cell transplantation in rats with acetaminophen liver injury. *Stem. Cell. Res.* 2013; 11 (3):1037–1044.

Поступила в редакцию 21.11.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 21.11.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-76-87

## Распространенное альвеококковое поражение печени с вовлечением нижней полой вены (клиническое наблюдение)

Ашивкина О.И., Степанова Ю.А.\* , Жаворонкова О.И., Гаврилов Я.Я., Яшина Н.И., Ионкин Д.А., Андрейцева О.И., Икрамов Р.З., Журенкова Т.В.

ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) Минздрава России, Москва, Россия

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

## Disseminated Liver Alveococcosis with Involving the Lower Villa of Vienna (Clinical Case)

Ashivkina O.I., Stepanova Yu.A.\* , Zhavoronkova O.I., Gavrilov Ya.Ya., Yashina N.I., Ionkin D.A., Andreytseva O.I., Ikramov R.Z., Zhurenkova T.V.

I.M. Sechenov 1st Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

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

Среди паразитарных заболеваний особую сложность представляет альвеококкоз печени. Его нередко сравнивают с паразитарным раком печени по причине инфильтративного роста, возможности метастазирования, а также высокой частоты рецидивов после оперативного лечения. Однако основным отличием течения альвеококкового поражения печени является медленный инфильтративный рост, что в сочетании с большими компенсаторными способностями печеночной ткани зачастую приводит к тому, что клинические проявления заболевания возникают поздно, уже при значительном распространении патологического процесса, на стадии присоединения осложнений. При этом полное оперативное удаление опухоли остается единственным радикальным методом лечения таких пациентов.

Представляем клиническое наблюдение диагностики и многоэтапного лечения пациентки Е., 57 лет, с распространенным альвеококкозом печени с вовлечением нижней полой вены.

**Ключевые слова:** альвеококкоз печени, вовлечение нижней полой вены, диагностика, УЗИ, КТ, хирургическое лечение.

**Ссылка для цитирования:** Ашивкина О.И., Степанова Ю.А., Жаворонкова О.И., Гаврилов Я.Я., Яшина Н.И., Ионкин Д.А., Андрейцева О.И., Икрамов Р.З., Журенкова Т.В. Распространенное альвеококковое поражение

печени с вовлечением нижней полой вены (клиническое наблюдение). *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 76–87. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-76-87.

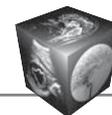
\*\*\*

Among parasitic diseases, liver alveococcosis is a particular complication. It is often compared with parasitic liver cancer, due to infiltrative growth, the possibility of metastasis, as well as the high frequency of relapse after surgical treatment. However, the main difference between the course of alveococcosis liver damage is a slow infiltrative growth, which, in combination with large compensatory capacities of the hepatic tissue, often leads to the fact that the clinical manifestations of the disease occur late, even with a significant spread of the pathological process, at the stage of complications. At the same time, complete operative removal of the tumor remains the only radical treatment for such patients.

We present the clinical case of the diagnosis and multi-stage treatment of the patient E., 57 years old, with the widespread liver alveococcosis involving the inferior vena cava.

**Key words:** liver alveococcosis, involvement of the inferior vena cava, diagnosis, ultrasound, CT, surgical treatment.

**Recommended citation:** Ashivkina O.I., Stepanova Yu.A., Zhavoronkova O.I., Gavrilov Ya.Ya., Yashina N.I.,



Ionkin D.A., Andreytseva O.I., Ikramov R.Z., Zhurenkova T.V. Disseminated Liver Alveococcosis with Involving the Lower Villa of Vienna (Clinical Case). *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 76–87. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-76-87.

\*\*\*

Среди паразитарных заболеваний особую сложность представляет альвеококкоз печени. Его нередко сравнивают с паразитарным раком печени по причине инфильтративного роста, возможности метастазирования, а также высокой частоты рецидивов после оперативного лечения. Без лечения 10-летняя выживаемость едва достигает 10–20% [1]. В настоящее время не существует фармакологического препарата, способного полностью уничтожить гельминта в организме. Полное оперативное удаление опухоли остается единственным радикальным методом лечения таких пациентов [2–4].

Однако основным отличием течения альвеококкового поражения печени является медленный инфильтративный рост, что в сочетании с большими компенсаторными способностями печеночной ткани зачастую приводит к тому, что клинические проявления заболевания возникают поздно, уже при значительном распространении патологического процесса, на стадии присоединения осложнений. По этим причинам альвеококкоз чаще диагностируют на поздних стадиях, когда исключена

возможность выполнения радикальной резекции печени [5–8], и на момент первичной диагностики более чем у 70% распространенность патологического процесса не позволяет выполнить радикальную операцию [9, 10].

Использование “классического” подхода к резекциям печени при альвеококкозе без резекции магистральных сосудов в специализированном центре достигает максимума резектабельности 45% [10]. Следовательно, даже в наши дни более половины пациентов обречены на паллиативные вмешательства. Таким образом, резекции печени у больных с распространенным (массивным) альвеококкозом печени являются методом выбора лечения, они отличаются большим объемом вмешательства и сопровождаются резекционно-пластическими вмешательствами на магистральных сосудах и желчных протоках. Такой объем вмешательства требует подготовленности хирургической и анестезиологической бригад и может быть применен только в специализированном хирургическом центре [11]. Данный подход к лечению альвеококкоза позволяет повысить выживаемость и при последующем регулярном применении противопаразитарной химиотерапии максимально отдалить, а в некоторых случаях и избежать рецидива заболевания.

Представляем клиническое наблюдение.

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

**Ашивкина Ольга Ильинична** – аспирант кафедры лучевой диагностики ИПО ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ, Москва; **Степанова Юлия Александровна** – доктор мед. наук, старший научный сотрудник отдела лучевых методов диагностики и лечения ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ; профессор кафедры лучевой диагностики ИПО ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ, Москва; **Жаворонкова Ольга Ивановна** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения ультразвуковых методов диагностики и минимально инвазивного лечения ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Гаврилов Ян Янович** – младший научный сотрудник отделения ультразвуковых методов диагностики и минимально инвазивного лечения ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Яшина Нина Ивановна** – доктор мед. наук, старший научный сотрудник отдела лучевых методов диагностики и лечения ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Ионкин Дмитрий Анатольевич** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения абдоминальной хирургии №2 ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Андрейцева Ольга Ивановна** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения абдоминальной хирургии №2 ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Икромов Равшан Зияевич** – доктор мед. наук, главный научный сотрудник отделения абдоминальной хирургии №2 ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Журенкова Татьяна Витальевна** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения ультразвуковых методов диагностики и минимально инвазивного лечения ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва.

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

**Olga I. Ashivkina** – post-graduate student of radiology department of IPE of I.M. Sechenov First MSMU, Moscow; **Yulia A. Stepanova** – doct. of med. sci., the senior research fellow of radiology methods of diagnostics and treatment department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery; professor of the radiology department of IPE of I.M. Sechenov First MSMU, Moscow; **Olga I. Zhavoronkova** – cand. of med. sci., senior research fellow of the Department of Ultrasound Diagnostics and Minimally Invasive Treatment of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Yan Ya. Gavrilov** – junior research assistant of the Department of Ultrasound Diagnostics and Minimally Invasive Treatment of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Nina I. Yashina** – doct. of med. sci., senior research fellow of Radiology Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Dmitry A. Ionkin** – cand. of med. sci., senior research fellow of the abdominal surgery department №2 of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Olga I. Andreytseva** – cand. of med. sci., senior research fellow of the abdominal surgery department №2 of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Ravshan Z. Ikramov** – doct. of med. sci., chief research officer of the abdominal surgery department № 2 of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Tatyana V. Zhurenkova** – cand. of med. sci., senior research fellow of the Department of Ultrasound Diagnostics and Minimally Invasive Treatment of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow.



Пациентка Е., 57 лет, с распространенным альвеококкозом печени с вовлечением нижней полой вены (НПВ).

**Анамнез.** Пациентка впервые поступила в Институт хирургии им. А.В. Вишневского (ИХВ) в 2008 г. в плановом порядке. На момент поступления жалоб не предъявляла, однако из анамнеза было известно, что при диспансеризации по месту жительства при проведении УЗИ брюшной полости в правой доле печени выявлено объемное образование размерами 13 × 14 см, занимающее практически полностью V–VI сегменты. Пациентка амбулаторно обследовалась в Боткинской больнице и в РОНЦ им. Н.Н. Блохина, где была произведена пункционная биопсия и высказано предположение о паразитарной природе заболевания.

**Обследование в Институте хирургии им. А.В. Вишневского.** Общее состояние удовлетворительное. При физикальном обследовании обращает на себя внимание увеличение размеров печени (+3 см из-под края реберной дуги), а также расширение пупочного кольца до 2 см с наличием вправимого грыжевого выпячивания.

**УЗИ брюшной полости и забрюшинного пространства.** Печень в размерах увеличена: переднезадний размер правой доли – 169 мм, левой доли – 82 мм, контуры неровные, четкие, эхоструктура неоднородная, повышенной эхогенности. В проекции VIII–VII–VI–V и частично IV и I сегментов определяется объемное образование неправильной округлой формы с неровными четкими контурами, неоднородное по структуре, кистозно-солидного строения, размерами 149 × 144 × 124 мм. Данное образование проецируется на устье печеночных вен. Тесно прилежит к НПВ на протяжении 25 мм, деформируя ее стенку. Правая и средняя печеночные вены не дифференцируются на фоне опухоли. Левая печеночная вена проходит по медиальному контуру опухоли, частично вовлечена в процесс. Сосудистый рисунок печени изменен. Внутри- и внепеченочные желчные протоки не расширены. Гепатикохоледох визуализируется небольшим фрагментом, диаметром 6,4 мм, просвет его свободен. Желчный пузырь не увеличен, стенки его утолщены до 5–6 мм, уплотнены, содержимое его неоднородное.

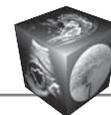
**Заключение:** кистозно-солидное образование правой доли печени с распространением на сегменты левой доли (УЗ-картина соответствует альвеококкозу). Хронический калькулезный холецистит. Диффузные изменения поджелудочной железы.

**МРТ брюшной полости и забрюшинного пространства.** В брюшной полости свободной жидкости не выявлено. Печень в размерах увеличена: 25 × 12,4 × 245,4 см, с четкими бугристыми контурами, ее левая доля определяется под левым куполом диафрагмы, достигая селезенки. Вдоль латерального и заднего контура определяются втяжения. Структура печени неоднородна за

счет наличия в правой, квадратной, и, возможно, с частичным распространением на сегменты левой доли объемного образования размерами 15,3 × 13,4 × 14,2 см. Образование с нечеткими неровными контурами, неоднородное по структуре – центр образования с жидкостными характеристиками, с нечетким внутренним контуром, а по периферии определяется более плотная (мягкотканная) зона толщиной 1,3–4,3 см. Периферически расположенная зона также неоднородна за счет мелких жидкостных участков диаметром до 5–6 мм, перемежающихся с более плотными, вплоть до интенсивного сигнала. Правая печеночная вена через 1 см после отхождения не прослеживается, средняя и левая вены отходят одним стволом, интактны, просвет их 7 и 8 мм соответственно. Правая ветвь воротной вены на 2,5 см дистальнее отхождения грубо компремирована, средняя ветвь прослеживается на протяжении 5 см, далее теряется в структуре образования, левая ветвь имеет неравномерную ширину просвета – в зоне контакта с образованием до 3 мм на протяжении до 14 мм, далее ширина ее 7 мм. По вентральному контуру образования определяется НПВ, просвет которой сужен до 2,7 мм на протяжении до 30 мм, контур сосуда в зоне сужения достаточно четкий, ровный. Остальная паренхима печени неоднородна за счет перемежающихся участков различного по характеру сигнала. При исследовании в режиме Short Time IR данные изменения имеют жировую составляющую. Желчный пузырь расположен обычно, содержимое его неоднородное за счет конкрементов, расположенных по задней стенке, ближе к шейке пузыря. Стенки его утолщены до 4 мм. Определяются увеличенные и инфильтрированные лимфатические узлы по переднему контуру печени в области ворот.

**Заключение:** МР-картина кистозно-солидного образования правой доли печени соответствует альвеококкозу с участком распада в центре.

**КТ-исследование брюшной полости с контрастным усилением.** Свободной жидкости в брюшной полости и в плевральных полостях нет. Печень резко увеличена, размерами 25,1 × 11,7 × 24 см, сегменты II–III гипертрофированы. Занимая сегменты VIII–VII–IVa, частично VI и V, определяется образование размерами 12,9 × 14,6 × 13,2 см, с нечеткими фестончатыми контурами, неомогенной структуры, с наличием мелких очаговых точечных кальцинатов в верхней части, с центральной зоной, не накапливающей контрастный препарат, периферической зоной солидной структуры. Верхним полюсом образование широко прилежит к диафрагме, нельзя исключить прорастание. Правая печеночная вена не прослеживается, средняя и левая печеночные вены впадают в НПВ общим стволом, который проходит в структуре образования, концентрически сужен максимально до 3 мм на протяжении 18 мм. НПВ окружена образованием более чем на 270 град., на протяжении порядка 5 см, где просвет сужен максимально



до 11 мм. Левая ветвь воротной вены проходит по контуру нижнего полюса образования, правая ветвь концентрически сдавлена на расстоянии 22 мм от бифуркации, от нее прослеживаются только более мелкие субсегментарные ветви (4 мм), одна из которых проходит по нижнему контуру образования. Плотность интактной паренхимы печени в артериальную фазу 71 ед.Н, венозную – 103 ед.Н, отсроченную – 86 ед.Н. Желчные протоки в сегменты V–VI умеренно равномерно расширены. Внепеченочные желчные протоки не расширены. Желчный пузырь располагается обычно, контуры ровные, четкие, поперечный размер 28 мм. Содержимое повышенной плотности, стенка пузыря уплотнена, не утолщена. В просвете определяются рентгеноконтрастные конкременты в количестве 5 штук, до 7 мм в диаметре. Воротная вена 14 мм. Кпереди от головки поджелудочной железы в печеночно-двенадцатиперстной связке определяется увеличенный лимфатический узел размерами 12 × 10 × 21 мм.

**Заключение:** альвеококкоз печени. Тотальная окклюзия правой печеночной вены, вовлечение общего ствола средней и левой печеночных вен, НПВ, правой ветви воротной вены, билиарная гипертензия сегментов V–VI печени. Нельзя исключить прорастание правого купола диафрагмы, правого надпочечника. Хронический калькулезный холецистит.

С учетом нахождения всех трех печеночных вен в структуре образования для уточнения их проходимости и возможной инвазии опухоли в печеночные и нижнюю полую вены пациентке была проведена *нижняя каваграфия*. Выявлено сужение НПВ за счет экстравазальной компрессии в виде “писчего пера” от уровня II поясничного до уровня XI грудного позвонка с максимальным сужением на уровне XII грудного позвонка. Градиент давления в НПВ выше и ниже стеноза 4 мм рт.ст. При выполнении каваграфии на пробе Вальсальвы контрастирование правых печеночных вен не получено, отмечается контрастирование левых печеночных вен. **Заключение:** экстравазальная компрессия НПВ.

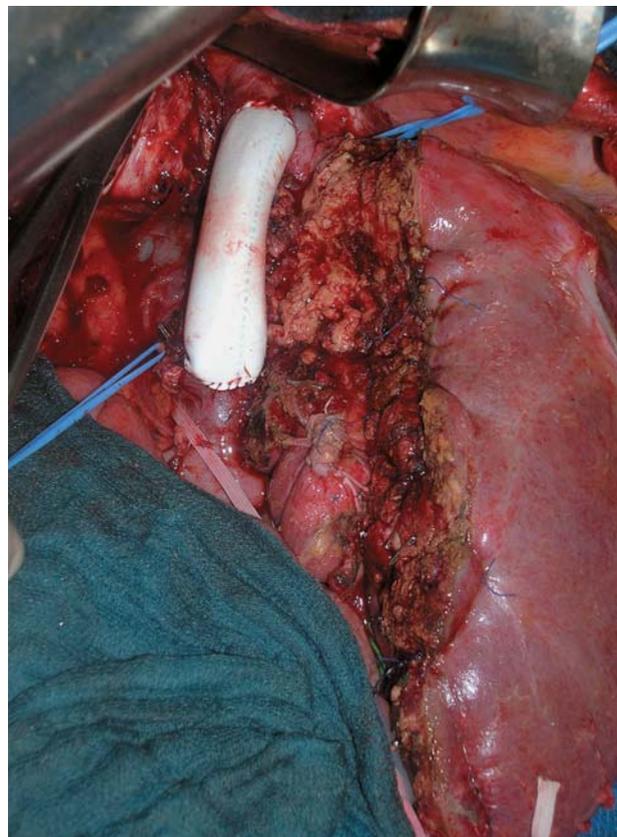
На основании полученных на дооперационном этапе данных пациентке был поставлен диагноз: альвеококковое поражение печени и выполнено оперативное вмешательство в объеме **расширенной правосторонней гемигепатэктомии, краевой резекции НПВ, протезирование НПВ протезом Гортекс** (рис. 1).

Во время операции для контроля кровотока в культе печени и в протезе выполняли интраоперационное УЗИ.

Послеоперационный период осложнился правосторонним гидротораксом, выпотом в правом поддиафрагмальном пространстве.

Выписана на 10-е сутки после операции под амбулаторное наблюдение.

В октябре 2012 г. появилась клиническая картина механической желтухи (пожелтение кожных покровов и слизистых, потемнение мочи), при обследовании



**Рис. 1.** Интраоперационное фото, протезирование нижней полой вены протезом Гортекс.

амбулаторно (УЗИ брюшной полости) диагностирован рецидив заболевания (рис. 2).

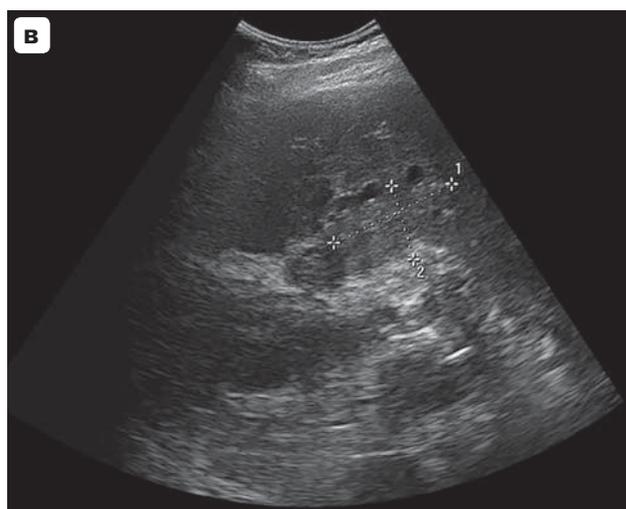
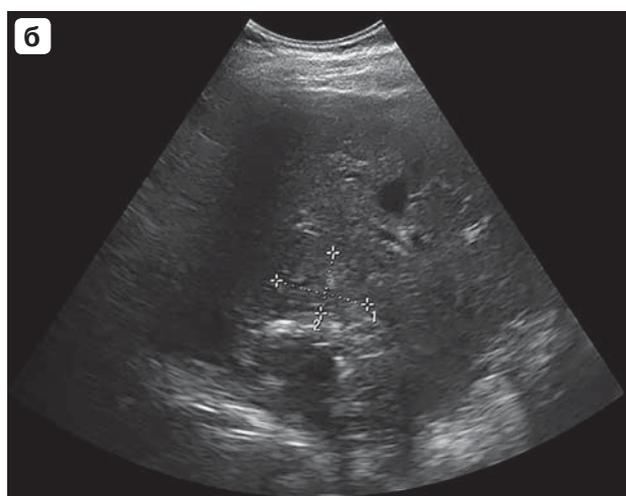
Пациентка была вновь госпитализирована в ИХВ, где была выполнена **MPT**, при которой были подтверждены рецидив альвеококкоза с распространением опухоли паракавально (рис. 3, а) и наличием опухолевого узла во II сегменте печени (рис. 3, б), билиарная гипертензия резидуального фрагмента печени с блоком на уровне конfluence (рис. 3, в).

Пациентке была выполнена операция в объеме **ЭРХПГ, ЭПСТ, бужирование и стентирование общего желчного протока**. Операция осложнилась развитием кровотечения из терминального отдела холедоха. В связи с этим была выполнена дуоденоскопия с эндоскопической ретроградной холангиографией, установлен нитиноловый стент холедоха по типу “стент в стент” с целью профилактики рецидива.

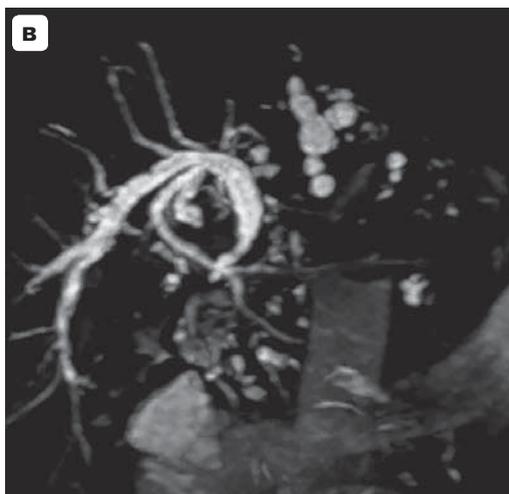
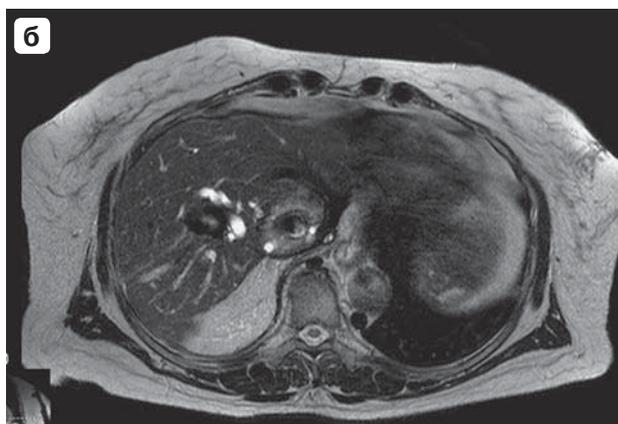
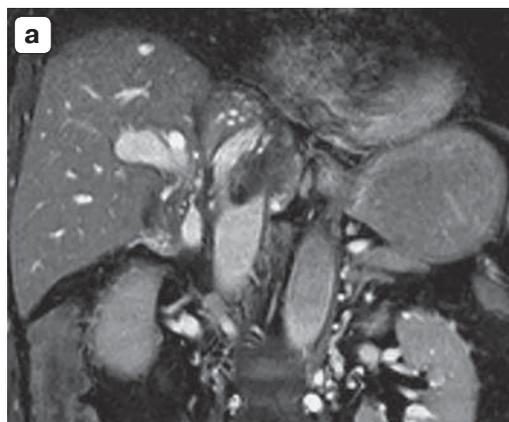
В январе 2013 г. при амбулаторном обследовании были выявлены парапротезная флегмона и тромбоз протеза, пациентку госпитализировали в ИХВ.

**УЗИ.** В правой плевральной полости определяется до 50,0–80,0 мл жидкости, в левой плевральной полости жидкости не выявлено.

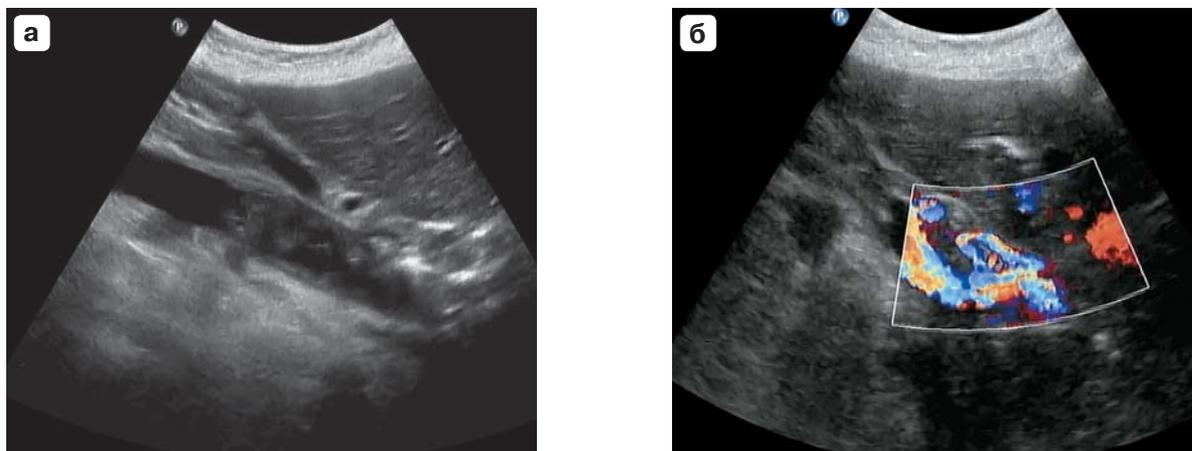
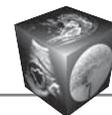
В брюшной полости по ходу латеральных каналов, а также в малом тазу свободной жидкости не выявлено.



**Рис. 2.** УЗ-изображения рецидива заболевания. а,б – в зоне резекции по ходу нижней полой вены, взаимно перпендикулярные сканы; в – во II сегменте печени.



**Рис. 3.** МР-изображения рецидива альвеококкоза печени в зоне резекции. а – T2 коронарная проекция; б – T2ВИ; в – MRCP.



**Рис. 4.** УЗ-изображения нижней полой вены. а – тромботические массы в просвете вены, В-режим; б – кровообращение осуществляется посредством шунта, расположенного кпереди, режим цветового доплеровского картирования.

Печень представлена гипертрофированной левой долей (размером 146,2 мм), контуры ее четкие, неровные в зоне резекции, структура паренхимы печени неравномерно уплотнена, отмечаются зоны повышенного и пониженного отражения эхосигнала. На этом фоне определяются мелкие очаговые образования (диаметром до 10,0–12,5 мм) с нечеткими неровными контурами, преимущественно гиперэхогенные, локализующиеся в зоне резекции и по диафрагмальному контуру печени. В области резекции определяется зона неоднородности с полостью пониженной эхогенности размером до 35,0–40,0 мм. Зона имеет нечеткие неровные контуры, в структуре определяются множественные гиперэхогенные точечные сигналы. Визуализация данной зоны затруднена, так как, начинаясь от устья левой печеночной вены (диаметр 11,4 мм) и далее, распространяясь к почечным венам по ходу НПВ, определяется инфильтрат с нечеткими неровными контурами, по структуре неоднородный, с множественными мелкими гиперэхогенными включениями (пузырьки газа) и наличием жидкостного компонента.

НПВ определяется диаметром 22,3 мм, на печеночном сегменте полностью обтурирована экзогенными (тромботическими) массами (рис. 4, а). Кровообращение осуществляется посредством шунта, расположенного кпереди, диаметром 11 мм, просвет его полностью равномерно окрашивается (рис. 4, б). Располагаясь несколько справа и кпереди по ходу НПВ, определяется ход протеза, который одним концом анастомозирован с НПВ выше уровня впадения печеночных вен, другим выше уровня впадения почечных вен. Просвет протеза заполнен экзогенными (тромботическими массами). Верхняя граница этих масс определяется нечетко, нижней границей массы достигают уровня впадения правой почечной вены (массы переходят с просвета протеза на

просвет НПВ), не полностью обтурируя просвет вены. На уровне впадения левой почечной вены в НПВ тромботические массы не определяются. Описанный выше неоднородный инфильтрат прослеживается по всему ходу протеза (более значительно он выражен в поддиафрагмальном пространстве).

Желчный пузырь удален. Внутривенные желчные протоки незначительно расширены, содержат газ. В просвете гепатикохоледоха визуализируется стент.

Поджелудочная железа: головка – 31,9 мм, тело – 23,9 мм, хвост – 25,0 мм, контуры четкие, неровные, структура паренхимы диффузно уплотнена. Главный панкреатический проток не расширен.

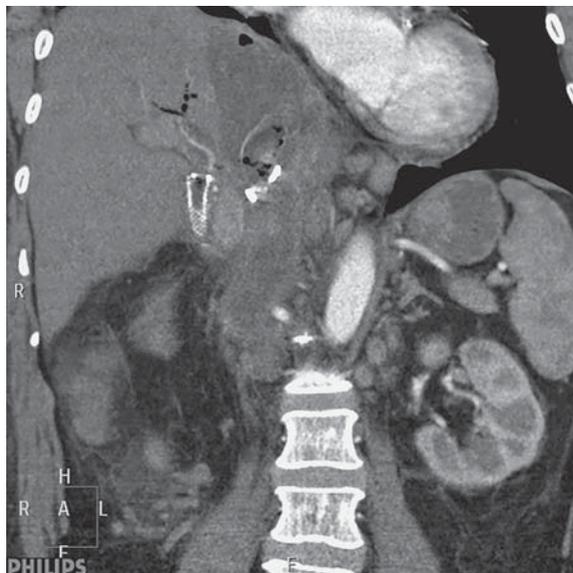
Площадь селезенки 45 см<sup>2</sup>, имеет четкие ровные контуры, структура паренхимы однородна.

**Заключение:** состояние после рПГГЭ. Оклюзирующий тромбоз НПВ на печеночном сегменте. Тромбоз протеза нижней полой вены. Гетерогенный очаг с полостью деструкции соответствует рецидиву альвеококкоза. Диффузные изменения паренхимы печени. Аэрохолия. Незначительный правосторонний гидроторакс.

С целью дообследования пациентке выполнена **КТ грудной и брюшной полостей.**

В правой плевральной полости определяется небольшое количество жидкости.

В V сегменте правого легкого выявляется очаг неправильной формы до 8 мм в диаметре, с четкими неровными контурами, в структуре определяются “нежные” кальцинаты. Инфильтративных изменений в паренхиме легких не выявлено. Легочный рисунок усилен за счет сосудистого компонента. Трахея и главные бронхи проходимы, не сужены. Корни легких структурны, не расширены. Воздух и жидкость в плевральных полостях не определяются.



**Рис. 5.** КТ-изображение парапротезного инфильтрата с признаками абсцедирования в поддиафрагмальном пространстве справа.



**Рис. 6.** КТ-изображение тромбоза нижней полой вены.

Определяются единичные лимфатические узлы в области ретрокавального пространства (до 5 мм), бифуркационный узел до 7 мм.

Поддиафрагмально справа определяется полость со стенками до 5,0 мм и уровнем жидкости, размерами до 75 × 53 × 77 мм, в просвете определяется протез (вероятно, НПВ), в его просвете газ (рис. 5).

Культи печени определяется размерами 220 × 92 × 183 мм, контуры ее ровные, четкие, паренхима однородная, плотность не изменена (55 ед.Н в нативную

фазу). Сосудистый рисунок дифференцируется. Очаговые образования печени не определяются.

Желчный пузырь не определяется. Внутри- и внепеченочные желчные протоки не расширены, в просвете гепатикохоледоха определяется стент.

В просвете НПВ определяется тромб (рис. 6). Сброс из почечных вен осуществляется в расширенные позвоночные вены, наблюдается расширение непарной вены до 11 мм.

Поджелудочная железа и селезенка не изменены.

**Заключение:** тромбоз НПВ. Тромбоз протеза НПВ с наличием газа в просвете. Парапротезный инфильтрат с признаками абсцедирования. Жидкость в правой плевральной полости, очаг в V сегменте правого легкого, вероятно, паразитарной природы. Признаки легочной гипертензии.

По результатам обследования было принято решение о выполнении **МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА.**

Под местной анестезией 0,5% раствором новокаина иглой 18 G пациентке была выполнена прицельная пункция жидкостного компонента вдоль тромбированного протеза через всю левую долю печени с получением гнойного содержимого и эвакуацией приблизительно 50 мл гноя с чрезигольной санацией раствором диоксида.

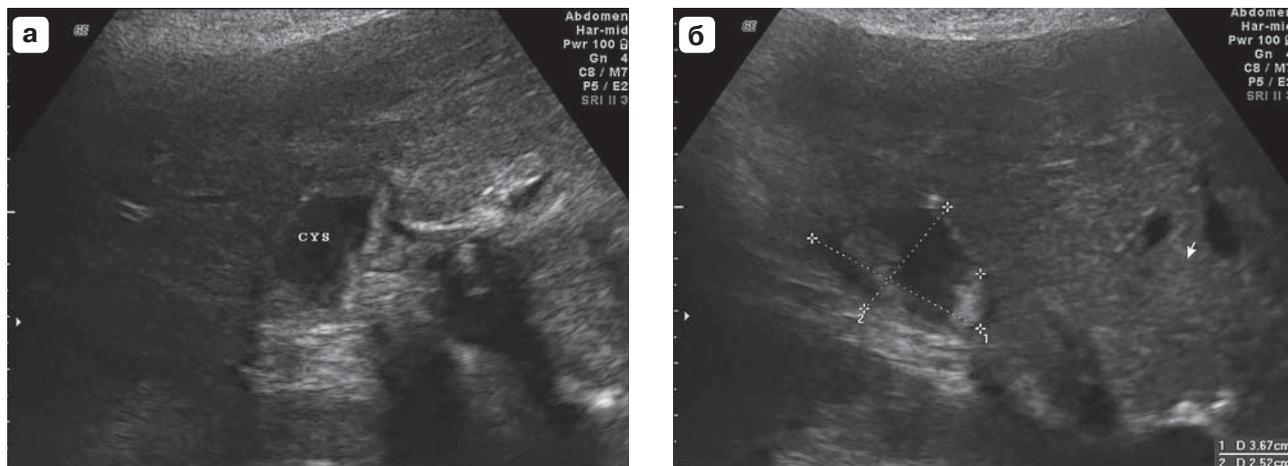
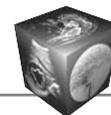
На следующий день пациентке из эпигастрального доступа, а затем из межреберного доступа справа с третьей попытки выполнена поисковая пункция жидкостного компонента вдоль тромбированного протеза через всю левую долю печени с получением гнойного содержимого и эвакуацией приблизительно 20 мл гноя с последующим нагнетанием 40 мл физиологического раствора и выполнением дренирования многофункциональным дренажным катетером Dawson–Muller 10,2 Fr с чрездренажной санацией раствором диоксида. Дренаж фиксирован. Осложнений не было.

В дальнейшем после регулярных санаций и антибактериальной терапии по совокупности данных УЗИ и фистулографии было принято решение о выписке пациентки на амбулаторное лечение с установленным дренажным катетером.

Контрольное **УЗИ** через 55 дней после установки дренажа.

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

Печень представлена гипертрофированной левой долей, толщина ее составляет 138 мм, контуры ровные, четкие, структура паренхимы неоднородная, повышенной эхогенности. В подпеченочном пространстве в проекции хода внепеченочного сегмента воротной вены и тромбированного протеза НПВ определяется полостное скопление с плотными, местами кальцинированными стенками, поперечными размерами 32,0 × 30,0 мм, окруженное валом массивных инфильт-



**Рис. 7.** УЗ-изображения рецидива альвеококкоза в зоне резекции печени в В-режиме в двух проекциях (а, CYS – кистозное образование; б – с измерением размеров).

ративно измененных тканей, продолжающихся к области ворот печени (рис. 7), также продолжающееся в виде узкой полосы вдоль ствола НПВ каудально и краниально. В полости этого скопления прослеживается ход дренажа.

НПВ на уровне устья печеночных вен частично проходима, заполняется за счет срединной и левой печеночных вен (рис. 8, а). Далее просвет вены полностью обтурирован экзогенными (тромботическими) массами. По контуру вены прослеживается протез с гиперэхогенными стенками, просвет которого также полностью заполнен тромботическими массами (рис. 8, б), данные массы переходят с просвета протеза на просвет НПВ выше уровня впадения почечных вен. В НПВ нижний уровень тромботических масс находится на уровне устьев почечных вен, с переходом на левую почечную

вену (рис. 8, в). Сброс из почечных вен осуществляется в расширенные позвоночные вены (рис. 8, г, д).

На уровне диафрагмы выделяется венозный сосуд диаметром 11,0 мм (*v. azygos?*), который прослеживается до устья печеночных вен и далее по ходу НПВ.

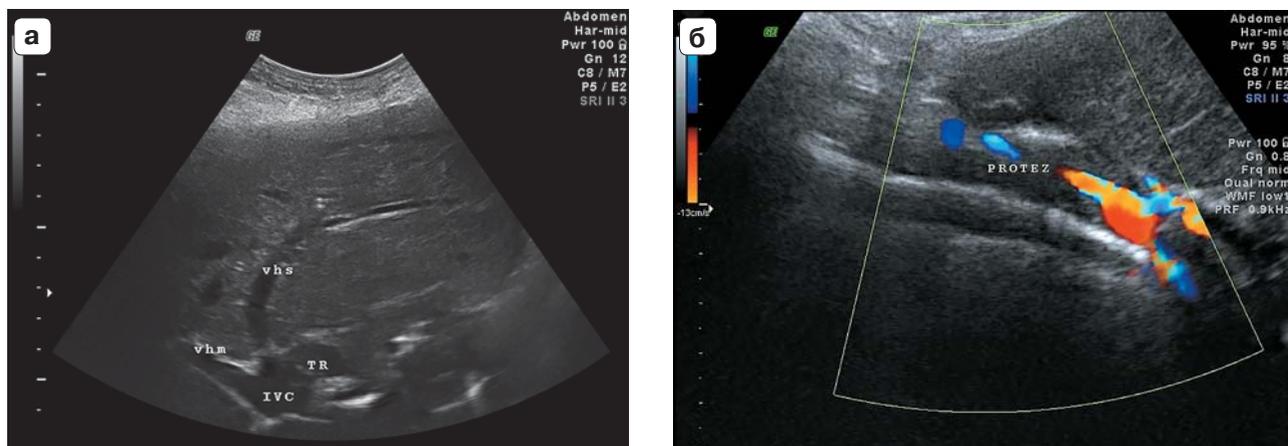
Ствол воротной вены имеет деформированный ход за счет изгиба, распластан по передней стенке тромбированной НПВ (рис. 9).

Внутрипеченочные желчные протоки содержат газ, в периферических отделах локально расширены до 4–6 мм, в просвете гепатикохоледоха визуализируется стент (рис. 10). Желчный пузырь удален.

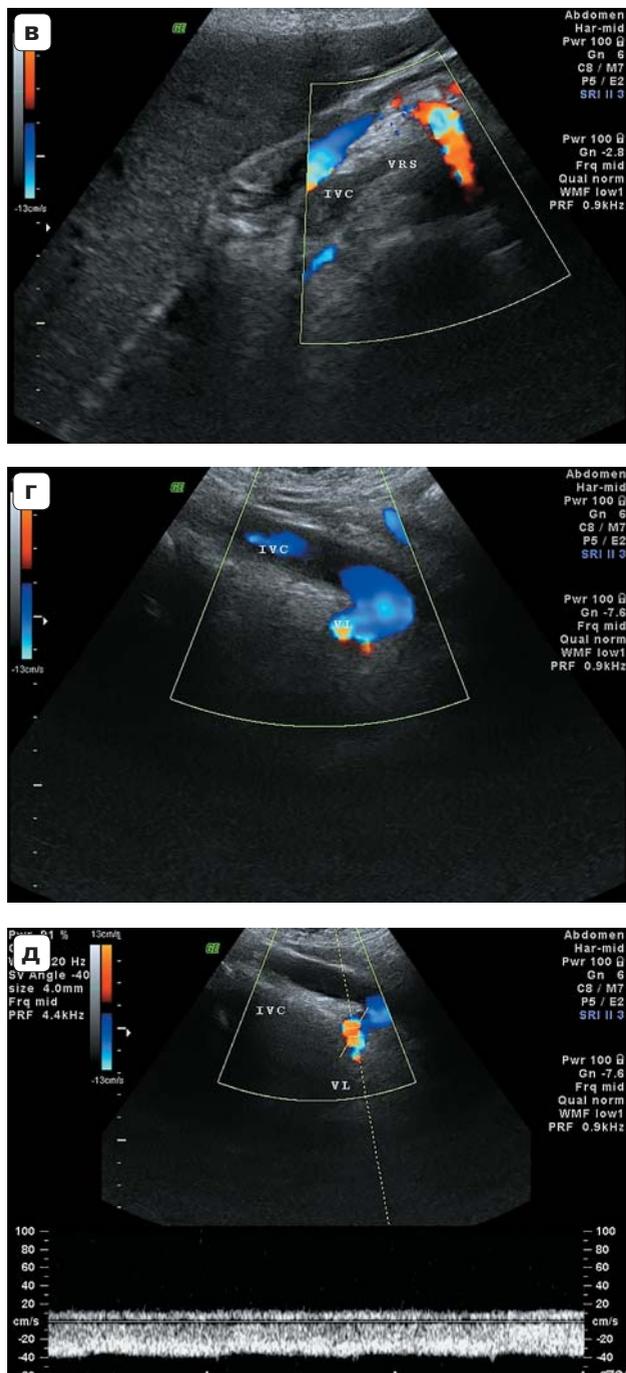
Поджелудочная железа не изменена.

Селезенка увеличена ( $S = 50 \text{ см}^2$ ).

**Заключение:** состояние после рПГЭ. Рецидив альвеококкоза в зоне резекции. Окклюзирующий тромбоз

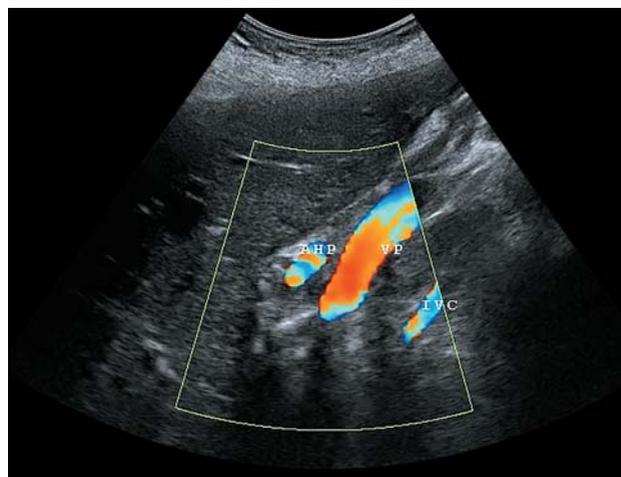


**Рис. 8.** УЗ-изображения патологических изменений в нижней полой вене. а – устье печеночных вен (vhm – срединная печеночная вена, vhs – левая печеночная вена) с частично тромбированной (tr) нижней полой веной (ivc) на этом уровне; б – тромбированный протез нижней полой вены;

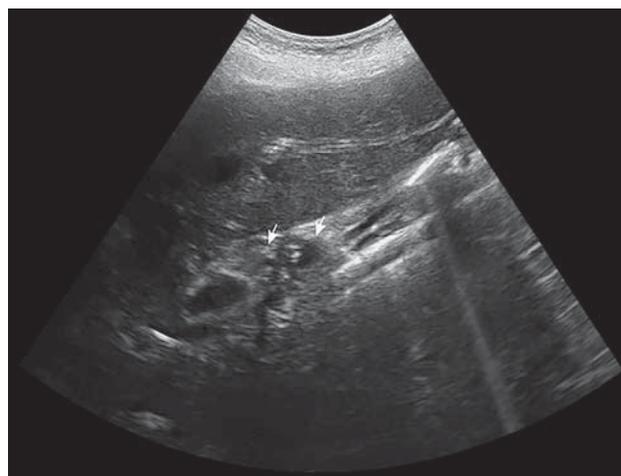


**Рис. 8 (окончание).** в – переход тромботических масс с нижней полой вены на левую почечную вену; г – расширение поясничной вены, через которую дренируется в нижнюю полую левая почечная вена; д – регистрация спектра кровотока по поясничной вене.

НПВ и шунта НПВ. Тромбоз устья левой почечной вены. Развитие системного коллатерального кровообращения преимущественно за счет поясничных вен и системы непарной/полунепарной вен. Состояние после наружного дренирования полости подпеченочного абс-



**Рис. 9.** УЗ-изображение ствола воротной вены, распластанной на тромбированной нижней полой вене в режиме цветового доплеровского картирования.



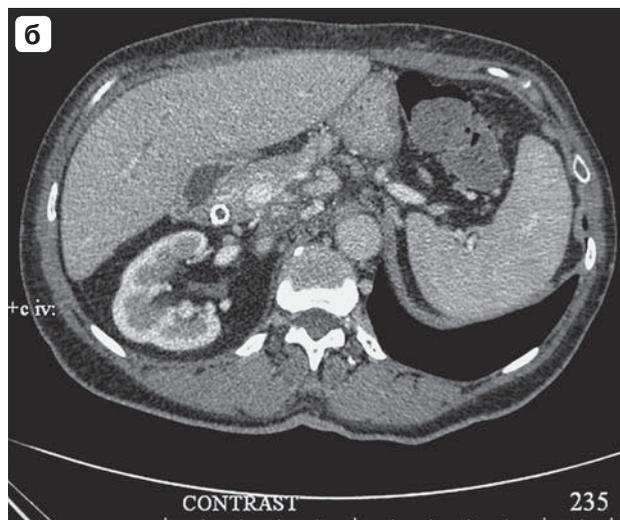
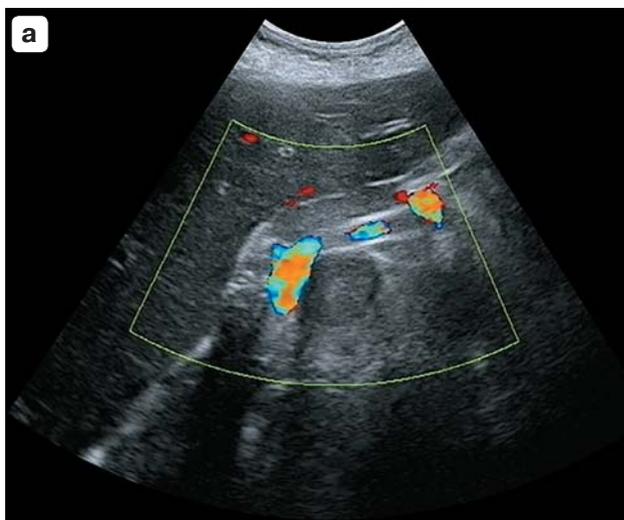
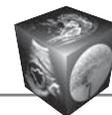
**Рис. 10.** УЗ-изображение стента в просвете холедоха (указан стрелками).

цесса по ходу НПВ и протеза НПВ. Диффузные изменения паренхимы печени и поджелудочной железы. Признаки аэрохолии (хронического холангита). Увеличение селезенки.

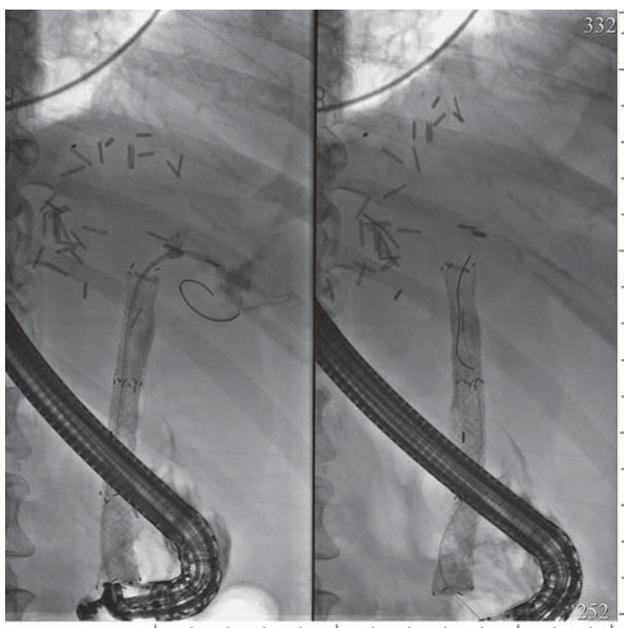
Через 6 мес дренаж мигрировал из полости, что было подтверждено по данным УЗИ и фистулографии и был удален.

Через 2 мес при контрольных **УЗ- и КТ-исследованиях** был отмечен рост рецидивного образования в воротах печени со сдавлением просвета воротной вены (рис. 11), дальнейшее расширение непарной вены.

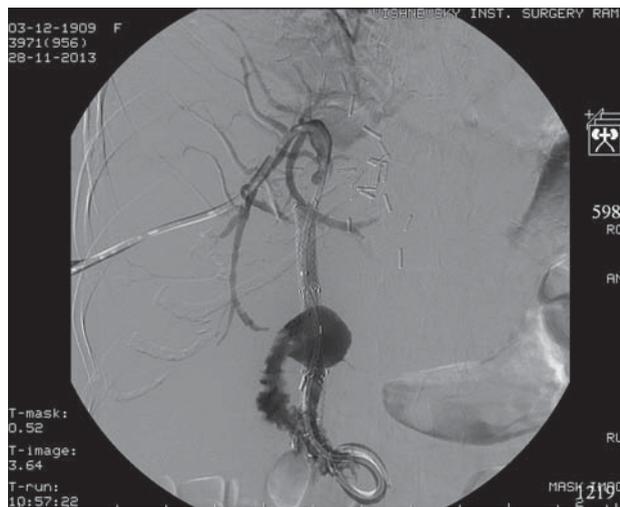
В дальнейшем отметили сначала незначительное, а в октябре 2013 г. значительное (до 6,0–7,0 мм) расширение внутripеченочных желчных протоков, что было обусловлено частично инкрустацией стента солями желчных кислот. После попытки эндоскопического раз-



**Рис. 11.** Сдавление просвета воротной вены рецидивным узлом образования. а – УЗ-изображение в режиме цветового доплеровского картирования; б – КТ-изображение в венную фазу исследования.



**Рис. 12.** Холангиограмма с проводником в просвете стента.



**Рис. 13.** Ангиограмма, проводник проведен через билиарный протез в просвет кишки.

решения ситуации (рис. 12) были выполнены **холангиография и наружновнутреннее дренирование левой доли печени**. После пункция левого долевого протока в девятом межреберье по средней подмышечной линии с использованием набора NPAS-100 для пункции печени при холангиографии выявлено поступление контрастного вещества в билиарное дерево левой доли печени. Протоки левой доли печени умеренно расширены. Контрастирование билиарного протеза и кишки не визуализируется. Проводник проведен через билиарный протез в просвет кишки (рис. 13). На проводнике

0,035" установлен наружновнутренний 8,5 F COOK. Выполнена контрольная холангиография – билиарное дерево левой доли печени, просвет кишки контрастируются, позиционирование дренажей правильное, подтекания контрастного вещества нет.

В дальнейшем при прогрессировании процесса, фиксируемом по данным УЗИ и КТ, приблизительно через каждые 4–6 мес производили 5 раз замену транспеченочного дренажа (в 2013–2015 гг.).

В 2015 г. прогрессирование заболевания привело к летальному исходу.



Представленное клиническое наблюдение демонстрирует возможности хирургического лечения распространенного альвеококкоза печени. Следует отметить, что в силу личностных особенностей характера пациентки она принимала назначенное противопаразитарное химиотерапевтическое лечение в начале нерегулярно, а впоследствии вообще от него отказалась, что, в частности, и явилось причиной такой выраженной прогрессии процесса. При этом в условиях специализированного хирургического стационара, специализирующегося на лечении пациентов с поражением органов гепатопанкреатобилиарной системы, даже в таком случае, при значительном первичном распространении процесса, задействовавшем обе доли печени и НПВ, а также при рецидиве заболевания на фоне отказа от противопаразитарной химиотерапии оказалось возможно продлить жизнь пациентки в течение 7 лет.

Отдельно следует сказать о возможностях лучевых методов исследования при мониторинге таких пациентов. Безусловно, специалисты лучевой диагностики в специализированном стационаре, имеющие опыт такого наблюдения, выявляют малейшие нюансы изменения состояния пациента, что позволяет лечащим врачам вовремя корректировать ситуацию. Следует сказать о том, что важной составляющей такого мониторинга является УЗИ в режиме дуплексного сканирования, дающее возможность неинвазивно и без лучевой нагрузки на пациента контролировать состояние сосудов, вовлеченных в патологический процесс или находящихся в непосредственной близости от него, что совпадает и с данными других исследователей [11]. Затруднения в нашем случае возникли на этапе рецидива на фоне сформированного воспалительного инфильтрата в воротах печени и по ходу НПВ. В этом случае по данным УЗИ может быть сложно дифференцировать “старые” воспалительные изменения и дальнейший рост паразитарной ткани.

Необходимо отметить, что в 2017 г. на пленуме Ассоциации гепатопанкреатобилиарных хирургов стран СНГ обсуждали вопросы диагностики и лечения альвеококкоза печени с участием ведущих специалистов – гепатопанкреатобилиарных хирургов стран СНГ, имеющих наибольший собственный опыт лечения альвеококкоза печени. По итогам обсуждения была принята резолюция по “Хирургическому лечению альвеококкоза” [12]. В резолюции отмечено, что при нерезектабельном альвеококкозе трансплантация печени является эффективным методом лечения и показана. Противопоказания к ней не отличаются от стандартных противопоказаний к трансплантации пе-

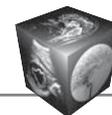
чени. Она может быть выполнена как в варианте пересадки целой печени, так и в варианте трансплантации ее фрагмента. Инвазия НПВ и необходимость ее резекции не должны рассматриваться как противопоказание к трансплантации фрагмента печени от родственного донора. Таким образом, спектр возможных хирургических пособий при распространенном альвеококкозе печени в настоящее время расширен и становится все более доступным в нашей стране.

## Заключение

Представленное клиническое наблюдение демонстрирует возможности хирургического лечения распространенного альвеококкоза печени, что следует делать только в специализированных хирургических стационарах, обладающих значительным собственным опытом диагностики и лечения пациентов с альвеококкозом печени.

## Список литературы

1. Vuitton D.A., Qian W., Hong-xia Z. et al. A historical view of alveolar echinococcosis, 160 years after the discovery of the first case in humans: part 1. What have we learnt on the distribution of the disease and on its parasitic agent? *Chinese Med. J.* 2011; 124 (18): 2943–2953.
2. Buttenschoen K., Gruener B., Buttenschoen D.C. et al. Palliative operation for the treatment of alveolar echinococcosis. *Langenbecks Arch. Surg.* 2009; 394: 199–204.
3. Brunetti E., Kern P., Vuitton D.A. Expert consensus for the diagnosis and treatment of cystic and alveolar echinococcosis in humans. *Acta Tropica.* 2010; 114: 1–16.
4. Kawamura N., Kamiyama T., Sato N., Nakanishi K., Yokoo H., Kamachi H., Tahara M., Yamaga S., Matsushita M., Todo S. Long-term results of hepatectomy for patients with alveolar echinococcosis: a single-center experience. *J. Am. Coll. Surg.* 2011; 5: 804–812.
5. Альперович Б.И. Хирургия печени. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. 352 с.
6. Веронский Г.И. Хирургическое лечение альвеококкоза печени. *Анналы хирургической гепатологии.* 1997; 2: 15–19.
7. Журавлев В.А. Альвеококкоз печени. *Анналы хирургической гепатологии.* 1997; 2: 9–14.
8. Черемисинов О.В. Комплексная дифференциальная лучевая диагностика при хирургическом лечении альвеококкоза и эхинококкоза: Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. М., 2005. 52 с.
9. Craig P. Echinococcus multilocularis. *Curr. Opin. Infect. Dis.* 2003; 16: 437–444. DOI: 10.1097/O1.qco.0000092815.64370.39.
10. Скипенко О.Г., Шатаверян Г.А., Багмет Н.Н., Чекунов Д.А., Беджанян А.Л., Ратникова Н.П., Завойкин В.Д. Альвеококкоз печени: ретроспективный анализ лечения 51 больного. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2012; 12: 4–13.
11. Загайнов В.Е., Киселев Н.М., Горохов Г.Г., Васенин С.А., Бельский В.А., Шалапуда В.И., Рыхтик П.И. Современные методы хирургического лечения распространенного альвеококкоза печени. *Анналы хирургической гепатологии.* 2016; 21 (1): 44–52.



12. Резолюция Пленума Правления Ассоциации гепатопанкреатобилиарных хирургов стран СНГ “Новые хирургические технологии в лечении распространенного альвеококкоза печени” при участии главных внештатных специалистов хирургов регионов России Новосибирск, 20–21 апреля 2017 г. [http://hepatoassociation.ru/plenums/Пленум\\_правления\\_АХГ\\_в\\_г.\\_Новосибирске\\_20–21\\_апреля\\_2017\\_года/Резолюция\\_\(дата\\_обращения\\_12.01.2018\)](http://hepatoassociation.ru/plenums/Пленум_правления_АХГ_в_г._Новосибирске_20–21_апреля_2017_года/Резолюция_(дата_обращения_12.01.2018))

## References

1. Vuitton D.A., Qian W., Hong-xia Z. et al. A historical view of alveolar echinococcosis, 160 years after the discovery of the first case in humans: part 1. What have we learnt on the distribution of the disease and on its parasitic agent? *Chinese Med. J.* 2011; 124 (18): 2943–2953.
2. Buttenschoen K., Gruener B., Buttenschoen D.C. et al. Palliative operation for the treatment of alveolar echinococcosis. *Langenbecks Arch. Surg.* 2009; 394: 199–204.
3. Brunetti E., Kern P., Vuitton D.A. Expert consensus for the diagnosis and treatment of cystic and alveolar echinococcosis in humans. *Acta Tropica.* 2010; 114: 1–16.
4. Kawamura N., Kamiyama T., Sato N., Nakanishi K., Yokoo H., Kamachi H., Tahara M., Yamaga S., Matsushita M., Todo S. Long-term results of hepatectomy for patients with alveolar echinococcosis: a single-center experience. *J. Am. Coll. Surg.* 2011; 5: 804–812.
5. Alperovich B.I. Liver surgery. M.: GEOTAR-Mediya, 2013. 352 p. (In Russian)
6. Veronskiy G.I. Surgical treatment of liver alveococcosis. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii.* 1997; 2: 15–19. (In Russian)
7. Zhuravlev V.A. Liver Alveococcosis. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii.* 1997; 2: 9–14. (In Russian)
8. Cheremisinov O.V. Complex differential radiology diagnostic in surgical treatment of alveococcosis and ecinococcosis. Avtoref. diss. ... doct. med. nauk. M., 2005. 52 p. (In Russian)
9. Craig P. Echinococcus multilocularis. *Curr. Opin. Infect. Dis.* 2003; 16: 437–444. DOI: 10.1097/01.qco.0000092815.64370.39.
10. Skipenko O.G., Shatavryan G.A., Bagmet N.N., Chekunov D.A., Bedzhanyan A.L., Ratnikova N.P., Zavpjkin D.A. Liver alveococcosis: retrospective analysis of 51 treated patients. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova.* 2012; 13: 4–13. (In Russian)
11. Zagainov V.Ye., Kiselev N.M., Gorokhov G.G., Vasenin S.A., Belsky V.A., Shalapuda V.I., Rykhtik P.I. Modern methods of surgical treatment of advanced liver alveococcosis. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii.* 2016; 21 (1): 44–52.
12. Resolution of the Plenum of the Board of the Hepatopancreatobiliary Association of surgeons of the CIS countries “New surgical technologies in the treatment of advanced liver alveococcosis” with the participation of the Chief Freelance Surgeons of Russian. Novosibirsk, April 20–21, 2017. [\(http://hepatoassociation.ru/plenums/Пленум\\_правления\\_АХГ\\_в\\_г.\\_Новосибирске\\_20–21\\_апреля\\_2017\\_года/Резолюция\\_\(дата\\_обращения\\_12.01.2018\)\)](http://hepatoassociation.ru/plenums/Пленум_правления_АХГ_в_г._Новосибирске_20–21_апреля_2017_года/Резолюция_(дата_обращения_12.01.2018)) (In Russian)

Поступила в редакцию 18.12.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 18.12.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-88-99

## Клиническое наблюдение уротелиальной карциномы с имплантационными метастазами

Степанова Ю.А.<sup>1\*</sup>, Морозова М.В.<sup>1</sup>, Теплов А.А.<sup>1</sup>, Грицкевич А.А.<sup>1</sup>,  
Пьяникин С.С.<sup>1</sup>, Зотиков А.Е.<sup>1</sup>, Дунаев С.А.<sup>2</sup>, Яшина Н.И.<sup>1</sup>, Ратникова Н.К.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО “Чеченский государственный университет”, Грозный, Россия

## Clinical Case of Urothelial Carcinoma with Implantation Metastasis

Stepanova Yu.A.<sup>1\*</sup>, Morozova M.V.<sup>1</sup>, Teplov A.A.<sup>2</sup>, Gritskevich A.A.<sup>1</sup>,  
Pyanikin S.S.<sup>1</sup>, Zotikov A.E.<sup>1</sup>, Dunaev S.A.<sup>1</sup>, Yashina N.I.<sup>1</sup>, Ratnikova N.K.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Chechen State University, Grozny, Russia

Уротелиальный рак занимает 4-е место по распространенности злокачественных опухолей после рака простаты (или молочных желез), легкого и колоректального рака. Уротелиальный рак верхних мочевых путей встречается довольно редко и составляет 5–10% от всех случаев уротелиального рака. Ведущим клиническим симптомом рака почечной лоханки и мочеточника является гематурия. Метастазирование опухолей верхних мочевых путей наблюдается довольно часто. Метастазирование опухоли может осуществляться лимфогенным путем в парааортальные и параилиакальные лимфатические узлы, гематогенным – в печень, легкие, кости. Кроме того, уротелиальный рак часто распространяется по слизистой мочевых путей, главным образом в каудальном направлении. В настоящее время мультidetекторная компьютерная урография считается “золотым стандартом” для обследования верхних мочевых путей, заняв место экскреторной урографии. Данное исследование должно выполняться при оптимальных условиях, особенно с включением экскреторной фазы. Необходимо выполнять сканирование в спиральном режиме (с шагом 1 мм) до и после введения контрастного вещества.

Представлено клиническое наблюдение пациента с уротелиальной карциномой с имплантационными метастазами последовательно в мочеточник и в мочевой пузырь.

**Ключевые слова:** уротелиальный рак, особенности течения, диагностика, лечение.

**Ссылка для цитирования:** Степанова Ю.А., Морозова М.В., Теплов А.А., Грицкевич А.А., Пьяникин С.С., Зотиков А.Е., Дунаев С.А., Яшина Н.И., Ратникова Н.К.

Клиническое наблюдение уротелиальной карциномы с имплантационными метастазами. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 88–99.

DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-88-99.

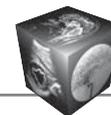
\*\*\*

Urothelial cancer ranks 4th in the prevalence of malignant tumors after prostate cancer (or mammary glands), lung and colorectal cancer. Urothelial cancer of the upper urinary tract is quite rare and accounts for 5–10% of all cases of urothelial cancer. The leading clinical symptom of cancer of the renal pelvis and ureter is hematuria. Metastasis of tumors of the upper urinary tract is observed quite often. Metastasis of the tumor can be carried out lymphogenically into the para-aortic and parailiac lymph nodes, hematogenous to the liver, lungs, and bones. In addition, urothelial cancer often spreads through the urinary tract mucosa, mainly in the caudal direction. Currently, multidetector computer urography is considered the gold standard for examining the upper urinary tract, taking the place of excretory urography. This study should be performed under optimal conditions, especially with the inclusion of the excretory phase. It is necessary to perform scanning in a spiral mode (with a step of 1 millimeter) before and after the contrast medium.

Clinical case of a patient with urethral carcinoma with implantation metastases in the ureter and in the bladder is presented.

**Key words:** urothelial cancer, features of the course, diagnosis, treatment.

**Recommended citation:** Stepanova Yu.A., Morozova M.V., Teplov A.A., Gritskevich A.A., Pyanikin S.S.,



Zotikov A.E., Dunaev S.A., Yashina N.I., Ratnikova N.K. Clinical Case of Urothelial Carcinoma with Implantation Metastasis. *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 88–99. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-88-99.

\*\*\*

Уротелиальный рак занимает 4-е место по распространенности злокачественных опухолей после рака простаты (или молочных желез), легкого и колоректального рака. Данный вид опухоли может возникать как в нижних мочевых путях (мочевой пузырь или уретра), так и в верхних (чашечно-лоханочная система (ЧЛС) почки или мочеточник). Уротелиальный рак верхних мочевых путей (УРВМП) встречается довольно редко и составляет 5–10% от всех случаев уротелиального рака. Ежегодная заболеваемость УРВМП в западных странах составляет 1 или 2 случая на 100 000 жителей. Опухоли лоханки почки встречаются в 2 раза чаще, чем опухоли мочеточника. Опухоли верхних мочевых путей (ВМП) являются редкой группой новообразований. Рецидив заболевания в мочевом пузыре встречается у 31–50% пациентов, страдающих УРВМП, в то время как рецидив в лоханке с контралатеральной стороны встречается только в 2–6%. Пик заболеваемости УРВМП приходится на 7–8-ю декаду жизни, УРВМП в 3 раза чаще встречается у мужчин, чем у женщин [1, 2].

Ведущим клиническим симптомом рака почечной лоханки и мочеточника является гематурия. Она наблюдается у 70–95% больных. У 49–55,6% больных она является единственным, а у 66% –

первым симптомом заболевания [3, 4]. Характерна безболевая гематурия, однако если сгусток крови вызывает обструкцию мочеточника, во время макрогематурии могут появиться болевые ощущения по типу почечной колики. Боль является вторым по частоте симптомом опухоли ВМП. Она отмечается у 8–65% больных [3, 4]. Чаще всего она вызывается закупоркой мочеточника сгустком крови и появляется внезапно. Обычно болевому приступу предшествует безболевая макрогематурия. При восстановлении пассажа мочи колика проходит. Постоянная изнуряющая пациента боль чаще всего свидетельствует о местной распространенности заболевания. Пальпируемое образование в поясничной области описано в 10–20% случаев [4, 5].

На момент постановки диагноза 60% уротелиальных опухолей ВМП являются инвазивными [4, 6].

Метастазирование опухолей ВМП наблюдается довольно часто. Раннее прорастание опухолью тонкой стенки лоханки и мочеточника и инвазия почечной паренхимы и окружающей клетчатки способствуют распространению опухолевых клеток. Прорастание опухолью почечной и нижней полой вен может привести к образованию опухолевого тромба. Низкодифференцированные опухоли обладают большим метастатическим потенциалом [1].

Метастазирование опухоли может осуществляться лимфогенным путем в парааортальные

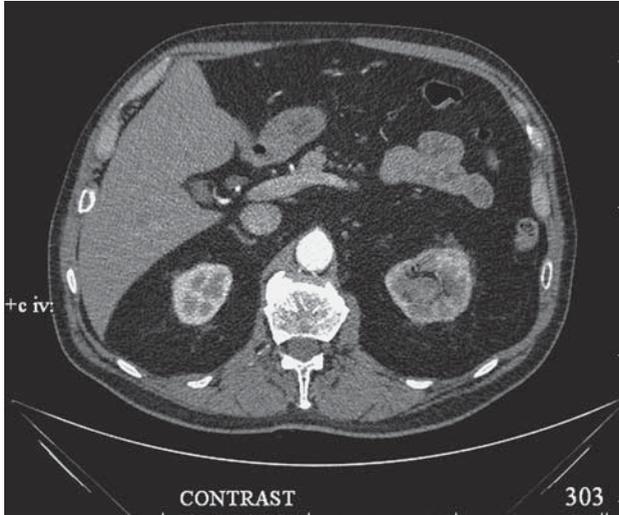
---

**Для корреспонденции\***: Степанова Юлия Александровна – 117997 Москва, ул. Бол. Серпуховская, 27. Институт 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 лучевых методов диагностики и лечения ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Морозова Мария Владимировна** – аспирант отделения ультразвуковых методов диагностики и лечения 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; **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; **Зотиков Андрей Евгеньевич** – доктор мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отделения сосудистой хирургии “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Дунаев Сайхан Абдурахманович** – ассистент кафедры факультетской хирургии ФГБОУ ВО “Чеченский государственный университет”, Грозный; **Яшина Нина Ивановна** – доктор мед. наук, старший научный сотрудник отделения лучевой диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Ратникова Наталья Константиновна** – врач-патологоанатом отделения патологической анатомии ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва.

**Contact\***: Yulia A. Stepanova – 117997, Moscow, Bol. 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; **Mariya V. Morozova** – graduate student of ultrasound diagnostics 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; **Aleksandr A. Gritskevich** – 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; **Andrey E. Zotikov** – doct. of med. sci., professor, leading research of the of the vascular surgery department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Saikhan A. Dunaev** – assistant of the Faculty Surgery Department of Chechen State University, Grozny; **Nina I. Yashina** – doct. of med. sci., the senior research of radiology department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Natalia K. Ratnikova** – pathologist of Pathology Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow.



**Рис. 1.** КТ-изображение в артериальную фазу исследования, образование в верхнем полюсе левой почки.

и парааилеальные лимфоузлы, гематогенным – в печень, легкие, кости. Кроме того, уротелиальный рак часто распространяется по слизистой мочевых путей, главным образом в каудальном направлении [7]. Частота развития уротелиального рака мочевого пузыря у больных, ранее получавших лечение по поводу новообразований ВМП, достигает 50% [8]. Однако до сих пор неизвестно, результат ли это диффузного поражения уротелия или следствие “посеивания” опухолевых клеток на поврежденные участки слизистой оболочки.

Единственным методом лечения опухолей ВМП, позволяющим добиться полной ремиссии заболевания, остается хирургический. При всех стадиях опухолевого процесса радикальное вмешательство выполнимо у 70,8% больных. Залогом успеха является верное установление диагноза и выбор адекватного объема операции. В противном случае у 81,5% больных развиваются рецидивы заболевания, ведущие к смерти от прогрессирования в 66,7% наблюдений [9].

Представляем клиническое наблюдение.

Пациент Г., 73 лет, поступил в Институт хирургии им. А.В. Вишневского с жалобами на наличие крови в моче во всех порциях, периодически со сгустками.

**Из анамнеза.** В течение 6 мес беспокоит наличие крови в моче, иногда со сгустками. В феврале 2013 г. обследовался и проходил лечение в ГКБ г. Орехово-Зуево, где причина гематурии не была установлена ни при проведении УЗИ, ни при КТ брюшной полости и забрюшинного пространства. Проведенная гемостатическая терапия эффекта не дала. Больной был выписан под наблюдение уролога по месту жительства.

Длительно принимал гемостатики (этамзилат, викасол, отвар крапивы) без эффекта. Обратился в Институт хирургии им. А.В. Вишневского и был направлен на КТ.

**КТ** (амбулаторно, 27.03.2013): форма и размеры обеих почек не изменены, плотностные показатели в пределах нормы, ЧЛС почки не расширена. В верхнем полюсе левой почки определяется образование диаметром 2,2 см, при контрастировании плотность повышается до 66 ед.Н (рис. 1). Накопление паренхимы почки контрастного вещества снижено. Выделительная функция почки сохранена. Отмечается уплотнение паранефральной клетчатки. В обеих почках определяются парапелъвикальные кисты размером до 2 см.

**Заключение:** опухоль (Cr) левой почки. Признаки левостороннего пиелонефрита. Парапелъвикальные кисты обеих почек.

Пациенту была показана госпитализация для хирургического лечения. Было проведено дообследование пациента.

При **рентгенографии** (амбулаторно, 27.03.2013) данных о наличии очаговых и инфильтративных изменений в легких не получено.

При **дуплексном сканировании** (амбулаторно, 27.03.2013) поверхностные и глубокие вены обеих нижних конечностей полностью проходимы.

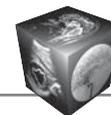
**УЗИ** (амбулаторно, 28.03.2013).

Правая почка расположена типично, контуры ровные, размеры 91,0 × 44,0 мм. Паренхима равномерно и достаточно выражена – 16,0 мм, эхогенность нормальная. Почечный синус повышенной эхогенности, содержит единичные гиперэхогенные включения без четкой акустической тени максимальным размером до 3,0 мм. ЧЛС не расширена. В синусе определяются кисты размером до 21,0 мм.

Левая почка расположена типично, контуры ровные, размер 109,0 × 54,0 мм. Паренхима равномерно и достаточно выражена – 12,0 мм, эхогенность нормальная. Почечный синус повышенной эхогенности, в верхнем сегменте определяется гипозохогенное аваскулярное образование неправильной формы размерами 28,0 × 18,0 мм, распространяющееся на большие чашки (рис. 2). ЧЛС расширена: лоханка – 11,0 мм, большие чашки в нижнем сегменте – 6,3 мм, большие чашки в верхнем сегменте – 7,6 мм, содержимое неоднородное гипозохогенное.

Сосудистый рисунок почек сохранен с обеих сторон. По внутривенным артериям показатели линейной скорости кровотока (ЛСК) и RI в пределах нормальных значений.

Мочевой пузырь наполнен удовлетворительно (150 мл), обычной формы, стенка визуализируется толщиной 2,7 мм, содержимое неоднородное за счет наличия гиперэхогенных сгустков, устья мочеточников не изменены, слева амплитуда выброса снижена.



**Рис. 2.** УЗ-изображение образования в верхнем сегменте левой почки в режиме цветового доплеровского картирования.

**Заключение:** УЗ-картина объемного образования левой почки. Данных о наличии гемодинамически значимых изменений в исследованных сосудах не выявлено.

**Гастроскопия** (амбулаторно, 28.03.2013): очаговый гастрит. Недостаточность кардии. Очаговый бульбит.

**Эхокардиография** (амбулаторно, 28.03.2013): увеличение размеров левых полостей сердца. Гипертрофия непораженного миокарда левого желудочка с признаками нарушения его диастолической функции. Верхушка левого желудочка закруглена, расширена. Гипокинезия переднеперегородочного сегмента левого желудочка в верхушечном и среднем отделах. Клапаны интактны. В области верхушки левого желудочка определяется дополнительная трабекула. Кальциноз верхушки папиллярных мышц. Сбросов крови нет. Сократительная функция левого желудочка несколько снижена. Восходящая аорта расширена, с признаками атеросклероза. Увеличен ударный и минутный объем сердца.

**Дуплексное сканирование аорты и подвздошных артерий** (амбулаторно, 18.04.2013): атеросклероз аорты и подвздошных артерий. Аневризматическое расширение инфраренального отдела аорты.

После дообследования пациент был госпитализирован для хирургического лечения с диагнозом: рак левой почки I стадия T1вТхM0. Сопутствующие заболевания: ИБС, постинфарктный кардиосклероз, стенокардия напряжения II функционального класса; парапальвикальные кисты обеих почек; хронический простатит; очаговый гастрит, недостаточность кардии, очаговый бульбит.

**Анамнез жизни.** Пациент рост и развивался нормально. 3 года назад перенес острый инфаркт миокарда, проходил стационарное лечение.

Температура тела 36 °С. Кожные покровы естественной окраски, чистые. Видимые слизистые розовые. Доступные пальпации лимфоузлы не увеличены.

Дыхание с жестким оттенком, проводится во все отделы. ЧДД 14 в 1 мин. Тоны сердца приглушены, ритм правильный, патологических шумов нет.

Мочеиспускание учащено. Симптом поколачивания отрицательный с обеих сторон. Патологических изменений со стороны видимых органов мочеполовой системы не выявлено.

Язык влажный, чистый. Живот не вздут, правильной формы, равномерно участвует в акте дыхания, при пальпации мягкий, безболезненный со всех сторон. Перитонеальных симптомов нет. Нижняя граница печени по краю реберной дуги. Селезенка не пальпируется. Опухолевых образований не пальпируется.

Выполнено **оперативное вмешательство** в объеме (19.04.2013): резекция левой почки с применением физических факторов воздействия (радиочастотная абляция – РЧА), резекция верхней группы чашек в условиях фармакоолодовой ишемии; стентирование левого мочеточника; парааортальная лимфаденэктомия, резекция и протезирование инфраренального отдела аорты, протезирование левой почечной артерии, реплантация почечных сосудов.

Доступ в брюшинное пространство слева осуществлен по линии Тольда слева. Поперечно-ободочная кишка и нисходящий отдел толстой кишки мобилизованы, вскрыта фасция Героты, выделена левая почечная вена и яичковая вена, которая лигирована. Произведена мобилизация аорт, левого мочеточника с удалением клетчатки с лимфоузлами по ходу аорты. Произведена мобилизация верхнего полюса почки от клетчатки левого надпочечника без повреждения питающих сосудов надпочечников. Паранефральная клетчатка удалена, также удалена клетчатка в области ворот почки. Отмечается двойное артериальное кровоснабжение левой почки. Основная почечная артерия 5,0 мм в диаметре выделена и лигирована у устья ее отхождения от аорты. Определяется добавочная артерия, которая также лигирована. Удалена клетчатка с лимфоузлами межаортоинозного промежутка от почечной вены слева до развилки аорты. Поочередно лигированы почечные сосуды у своих устьев. Тепловая ишемия почки не более 5,0 мин. В просвет артерии введены канюли, налажено промывание почечных сосудов и паренхимы раствором кустодиола (1,0 л) с использованием холода (подтаявший лед). Почка с лигированными на сосудистых зажимах сосудами и непересеченным левым мочеточником перемещена в специальный лоток, в котором выполнена резекция левой почки.

**Интраоперационное УЗИ:** исследование на этапе выделения и извлечения левой почки на фоне гипотермии. В верхнем полюсе в просвете полости малой чашечки определяется объемное образование, на широком основании фиксированное к верхнелатеральной стенке, размерами 28 × 18 мм, оно имеет неправильную округленную форму, неровные (фрагментированные) контуры.



**Рис. 3.** Регистрация кровотока по воротной вене при дуплексном сканировании.

ры, солидную структуру, гиперэхогенное. Намечена область резекции на 0,5 см отступая от опухоли.

Рассечен верхний полюс почки по медиальному контуру. Выполнено рассечение паренхимы, верхней группы чашечек почки – в просвете чашки располагается экзофит, окруженный свертками крови. Вскрыта лоханка: при ревизии опухолевых изменений не выявлено. Произведена РЧА, резекция передневерхнего, верхнего и, частично, заднего сегментов. В области лоханки почки в просвет левого мочеточника установлен мочеточниковый стент №7 длиной 26 см. Выполнено лигирование мелких пересеченных артерий и вен паренхимы почки. Ушит дефект почечной паренхимы. Ушивание проводилось с дотациями кустодиола в просвет артерии и вены. Сформирован межартериальный анастомоз между основным и побочным стволами почечной артерии.

Пережата аорта в инфраренальном отделе, произведено вскрытие и иссечение аневризматического мешка с тромбэктомией из подвздошных артерий. Произведено протезирование инфраренального отдела аорты с протезированием левой почечной артерии в протез. Произведен пуск кровотока. Дополнительный гемостаз на тefлоновых пластинах. Удалено около 300,0 мл крови из почки через почечную вену с целью удаления кустодиола. Сформирован анастомоз между левой почечной веной и нижней полой веной в зоне старого устья вены. Восстановлен кровоток по сосудистой системе левой почки. После пуска кровотока паренхима почки розовая.

**Интраоперационное УЗИ:** сосудистый рисунок почки прослеживается до периферии, отмечается некоторое обеднение в зоне резекции.

**Гистологическое исследование** (22.04.2013): уротелиальная карцинома почки (развивается из эпителия лоханки), прорастающая в прилоханочную жировую

клетчатку, Grade 3 (рис. 3). В краях резекции опухолевые комплексы.

В послеоперационном периоде проводили мониторинг состояния пациента.

**УЗИ** (22.04.2013): состояние после оперативного вмешательства. Данных о наличии патологических скоплений не получено. Кровоснабжение левой почки адекватное.

**КТ** (06.05.2013): в зоне резекции левой почки инфилтративные изменения. Почечная артерия в зоне конfluence контрастируется фрагментарно. Почечная вена контрастируется обычно. В лоханке установлен стент. Лоханка не расширена, выделительная функция почек сохранена с обеих сторон.

Пристеночно определяются тромботические массы в нижней трети абдоминального отдела аорты и левой подвздошной артерии.

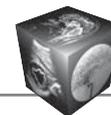
06.05.2013 выполнены **уретроцистоскопия, удаление мочеточникового катетера.**

07.05.2013 пациент выписан с рекомендациями динамического наблюдения в Институте хирургии им. А.В. Вишневского.

**КТ** (амбулаторно, 04.10.2013): правая почка обычной формы, размеров, расположения, контуры нечеткие, неровные (признаки перенесенных воспалительных заболеваний). Дифференцируются парапельвикальные кисты в правой почке.

Левая почка уменьшена в размерах – 5 × 3,8 × 6,6 см. В паренхиме левой почки визуализируется киста размерами 5 × 7 мм. Образования, патологически накапливающие контрастный препарат, в проекции левой почки не определяются. Параренальная клетчатка слева уплотнена, тяжиста. Тяжистость клетчатки распространяется на прилежащий отдел нисходящего отдела толстой кишки, левый надпочечник, передний контур селезенки, левую подвздошно-поясничную мышцу (относительно исследования от 06.05.2013 отмечается некоторое уменьшение выраженности тяжистости в области нижнего полюса левой почки). Верхняя треть левого мочеточника проходит в зоне уплотненной клетчатки. Рентгеноконтрастные конкременты не определяются. ЧЛС, верхние отделы мочеточников не расширены. Выделительная фаза не изменена.

**Заключение:** в анамнезе резекция левой почки, протезирование инфраренального отдела аорты и левой почечной артерии (19.04.2013). Убедительных данных о наличии рецидива опухоли левой почки не получено. Уплотнение и тяжистость параренальной клетчатки слева наиболее соответствуют послеоперационным изменениям (относительно исследования от 06.05.2013 отмечается некоторое уменьшение выраженности тяжистости клетчатки в области нижнего полюса левой почки). Сосудистые протезы проходимы. Киста левой почки. Признаки перенесенных воспалительных заболеваний правой почки. Парапельвикальные



кисты правой почки. Жировая инволюция поджелудочной железы. С целью исключения тромба в воротной вене целесообразно проведение ультразвукового дуплексного сканирования. Мелкая подкапсулярная киста селезенки. Послеоперационная срединная вентральная грыжа. Диффузный пневмосклероз. КТ-признаки перенесенной специфической инфекции легких (кальцинаты в левом легком, кальцинированные бронхопупальпальные лимфоузлы слева). Данных о наличии свежих очаговых и инфильтративных изменений в легких не получено. Атеросклероз аорты, коронаросклероз. Оклюзия в устье внутренней подвздошной артерии справа. Остеохондроз, спондилез, спондилоартроз грудного и поясничного отделов позвоночника.

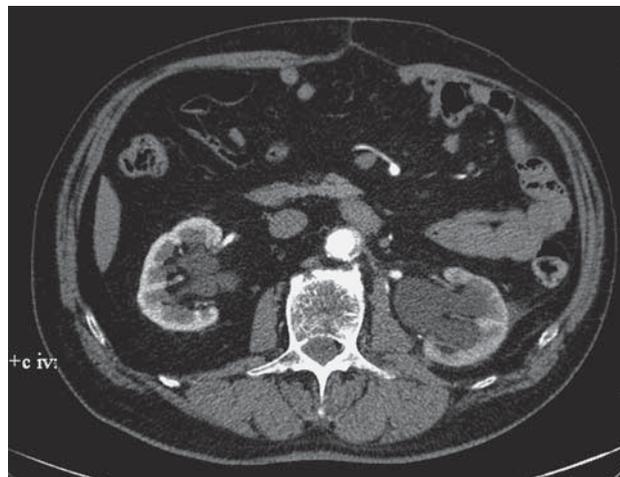
**УЗИ** (амбулаторно, 14.10.2013): воротная вена визуализируется диаметром 11,0 мм, просвет вены проходима, в режиме цветового доплеровского картирования полностью окрашивается, ЛСК = 0,19 м/с (см. рис. 3).

Правая почка типично расположена, контуры ровные, размеры 92,0 × 46,0 мм. Паренхима равномерно и достаточно выражена – 12,0 мм, экзогенность нормальная. Почечный синус повышенной экзогенности, ЧЛС не расширена. В проекции синуса визуализируются кисты максимальным диаметром до 12,0 мм. Правая почечная артерия в области устья: Vs = 0,75 м/с, Vd = 0,19 м/с, RI = 0,74. Ранее деление почечной артерии, на уровне междолевых артерий: Vs = 0,27 м/с, Vd = 0,09 м/с, RI = 0,67. Почечная вена проходима, кровоток ламинарный.

Левая почка типично расположена, контуры ровные, размеры 78,0 × 48,0 мм. Паренхима неравномерно выражена – 13,0 мм, экзогенность нормальная. Почечный синус повышенной экзогенности, ЧЛС расширена: верхняя группа чашек до 6,9 мм, лоханка до 5,9 мм. Левая почечная артерия в области устья: Vs = 0,60 м/с, Vd = 0,18 м/с, RI = -0,72. В среднем сегменте на уровне междолевых артерий: Vs = 0,22 м/с, Vd = 0,06 м/с, RI = 0,55, t = 0,04 с. В нижнем сегменте на уровне междолевых артерий: Vs = 0,32 м/с, Vd = 0,13 м/с, RI = 0,61, t = 0,04 с. Почечная вена проходима, кровоток ламинарный. По краю резекции патологические скопления не выявлены.

**Заключение:** состояние после экстракорпоральной резекции левой почки, протезирования инференального отдела аорты и левой почечной артерии (19.04.2013). Данных о наличии тромбоза воротной вены не получено. Характеристики внутрипочечного кровотока левой почки в пределах нормальных значений.

**КТ** (амбулаторно, 21.01.2014): послеоперационные изменения левой почки и перинефральной клетчатки. Простая киста левой почки, состояние после протезирования левой почечной артерии. Парапелвичальные кисты правой почки. Жировой гепатоз. Мелкая киста селезенки. Атеросклероз аорты.



**Рис. 4.** КТ-изображение расширенной лоханки в артериальную фазу исследования.

**КТ** (амбулаторно, 12.12.2014): надпочечники обычного положения, формы и размеров, объемных образований в проекции не определяется. Уплотнение клетчатки в проекции левого надпочечника. Форма и размеры правой почки не изменены, плотностные показатели в пределах нормы, толщина паренхиматозного слоя неравномерна, контур “лохматый”. Синус почки раскрыт с избыточным содержанием жировой клетчатки. В проекции синуса определяются паралепелвичальные кисты 12–15 мм. ЧЛС не расширена, инкреторно-экскреторная функция не нарушена. Рентгенопозитивные конкременты не определяются. Параренальная клетчатка фиброзно уплотнена, тяжиста. Мочеточник не расширен, проходим.

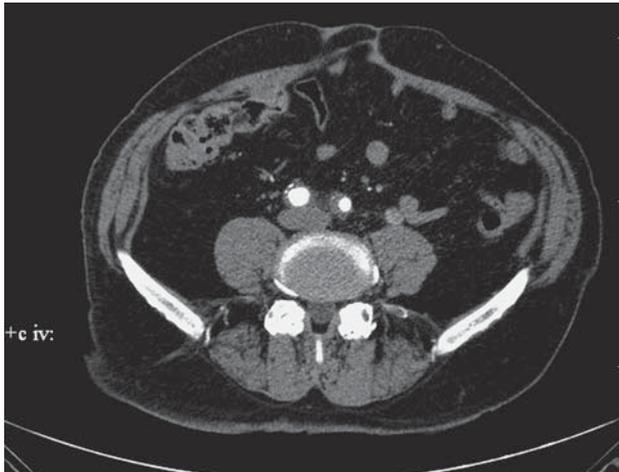
Левая почка деформирована, уменьшена в размерах. Контур деформирован на уровне верхнего полюса, “лохматый”. Паренхиматозный слой неравномерно истончен. Снижение интенсивности кортико-медуллярной дифференцировки. В верхненаружном отделе почки определяется жидкостное скопление овальной формы, размерами 18 × 11 мм, плотностью 9 ед.Н, контрастный препарат не накапливает. В наружном отделе почки простая киста диаметром 9 мм, контрастный препарат не накапливает. ЧЛС почки резко расширена. Чашечки овальной формы, просветом от 9,0 до 18,0 мм, лоханка 35,0 мм, лоханочно-мочеточниковый переход определяется диаметром 20,0 мм (рис. 4).

Проксимальный отдел мочеточника просветом 12,0 мм. Дистальнее лоханочно-мочеточникового перехода на 1,0 см в просвете мочеточника по задненаружной стенке определяется округлой формы гиперваскулярное образование диаметром 9,0 мм (рис. 5), пофазной плотностью 43, 86, 87 и 56 ед.Н.

Далее просвет мочеточника определяется диаметром 10,0 мм. Дистальнее лоханочно-мочеточникового перехода на 70,0 мм в просвете мочеточника наблюда-



**Рис. 5.** КТ-изображение образования в просвете мочеточника по задненаружной стенке дистальнее лоханочно-мочеточникового перехода на 10,0 мм, артериальная фаза исследования.



**Рис. 6.** КТ-изображение образования в просвете мочеточника дистальнее лоханочно-мочеточникового перехода на 7,0 см, артериальная фаза исследования.

ется аналогичное гиперваскулярное образование овальной формы, размерами 10,6 × 19,4 мм, визуально полностью перекрывающее просвет мочеточника на уровне средней трети (рис. 6).

Клетчатка по ходу верхней и средней трети мочеточника инфильтрирована. Зона инфильтрации интимно проходит по контуру левой поясничной мышцы. Далее мочеточник прослеживается диаметром 5,5–2,0 мм. Инкреторная функция почки замедлена. Выделительная: на 5-й минуте контрастный препарат в виде линзообразных помарок по контурам расширенных чашечек. Более поздняя отсроченная фаза не проведена. Мочевой пузырь частично спавшийся.

Сосудистый протез левой почечной артерииходим, ранее деление: ветви тонкие, оттеснены расширенной лоханкой к периферии.

Парааортальные лимфоузлы справа, дистальнее сосудистой ножки, диаметром 6–12 мм.

**Заключение:** гиперваскулярные объемные образования верхней и средней трети левого мочеточника вторичного характера с опухолевым блоком (частичным?) на уровне средней трети. Инфильтративные изменения клетчатки по ходу левого мочеточника. Гидронефротическая деформация левой почки. Замедление инкреторной и выделительной функций слева. Осумкованное жидкостное скопление верхнего полюса левой почки (гемолизированная гематома?). Постоперационный перинефральный фиброз слева. Киста левой почки. Признаки двустороннего пиелонефрита. Парапельвикальные кисты правой почки. Умеренная забрюшинная лимфаденопатия (регионарная).

Протез левой почечной артерии состоятелен. Жировой гепатоз. Увеличение печени и селезенки. Атеросклероз брюшного отдела аорты.

Убедительных МСКТ-данных о наличии вторичных образований легких не получено.

Пациент был повторно госпитализирован в Институт хирургии им. А.В. Вишневского 06.03.2015 с **жалобами** на боли в левом боку.

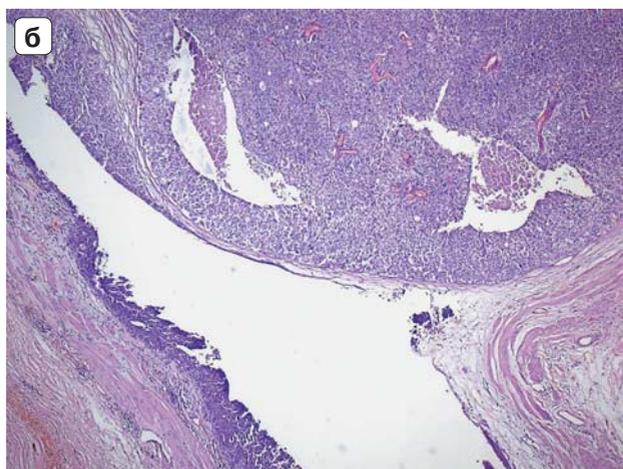
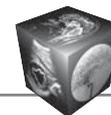
При госпитализации состояние больного удовлетворительное.

Объективно: кожные покровы и видимые слизистые обычной окраски, влажности, бледно-розового цвета. Дыхание везикулярное, выслушивается по всем легочным полям, хрипов нет. ЧДД 15 в 1 мин. Гемодинамика стабильная. Тоны сердца приглушены, ритмичные, шумов нет. ЧСС 80 в 1 мин, пульс 80 в 1 мин. АД 130/80 мм рт.ст.

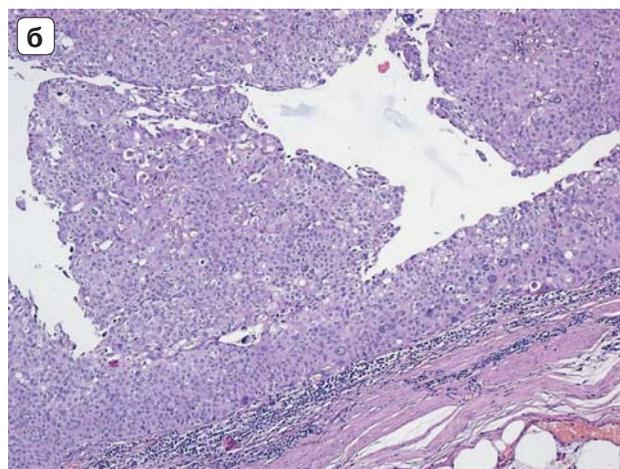
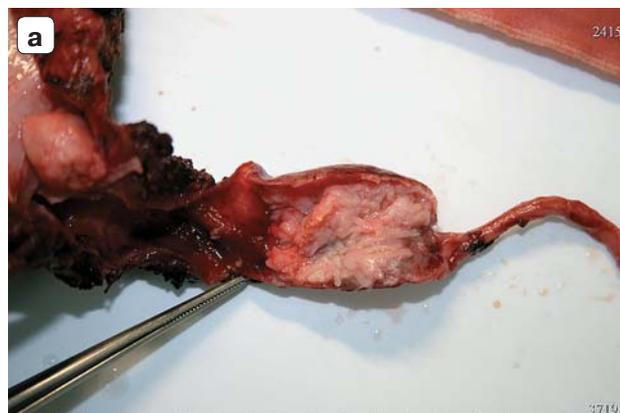
Status chirurgicus: язык чистый, влажный. Живот не вздут, участвует в акте дыхания всеми отделами симметрично. При пальпации мягкий, безболезненный. Симптомов раздражения брюшины нет. Стул регулярный. Мочеиспускание свободное.

Выполнено **оперативное вмешательство** (10.03.2015): герниолапаротомия, нефруретерэктомия слева с резекцией мочевого пузыря, дренирование забрюшинного пространства, малого таза, комбинированная герниопластика Sublay.

По старому рубцу произведена окаймляющая срединная герниолапаротомия. Разделены плоскостные сращения париетальной брюшины и серозной оболочки большого сальника (с иссечением его участка плотноватой консистенции, прилежащего к большой кривизне желудка), правой доли печени по ходу ранее нанесенного рубца. По линии Тольда вскрыто забрюшинное пространство слева, где отмечается выраженный рубцовый процесс. Из плотных рубцовых сращений выделен левый мочеточник на протяжении от развилки подвздошных сосудов до нижнего полюса почки. С выраженными техническими трудностями, остро, мобилизована левая



**Рис. 7.** Опухоль мочеточника в области устья лоханки. а – макропрепарат; б – микропрепарат, уротелиальная карцинома (high-grade) с инвазией в основу слизистой оболочки, без врастания в мышечный слой стенки лоханки. Окраска гематоксилином и эозином.  $\times 50$ .

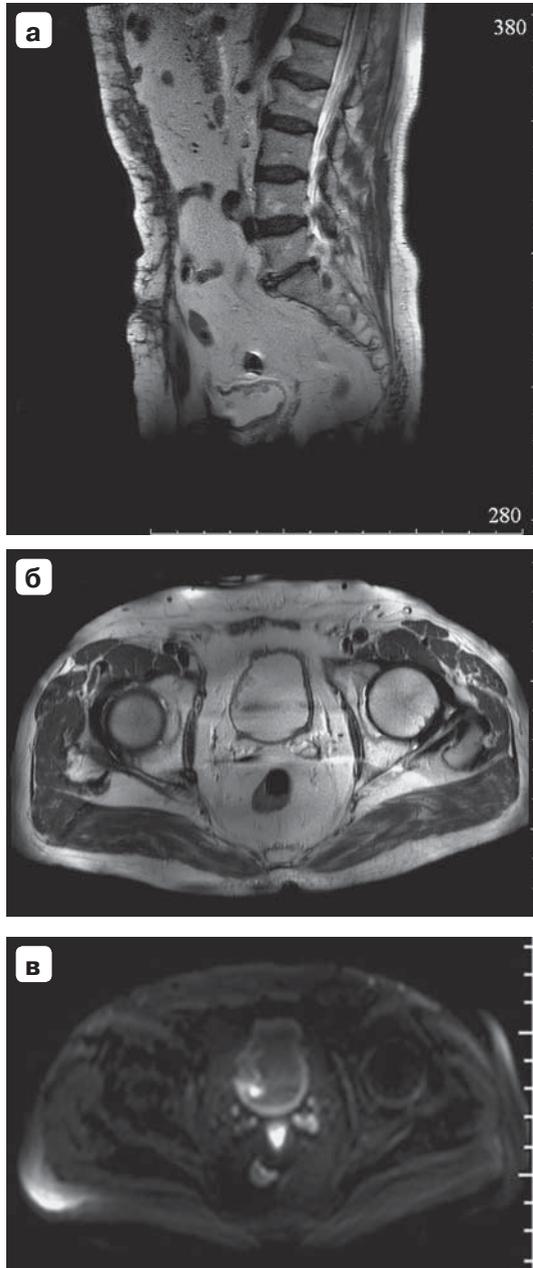


**Рис. 8.** Опухоль в стенке мочеточника на 7,0 см. ниже лоханки. а – макропрепарат; б – микропрепарат, уротелиальная карцинома (high-grade) без инвазии в мышечный слой стенки. Окраска гематоксилином и эозином.  $\times 200$ .

почка по верхнему полюсу и ее задней поверхности с сохранением левого надпочечника. Почка имеет размер по длинику до 8,0 см. В области ворот почки определяется выраженный рубцовый процесс. Над местом произведенной ранее резекции отмечается кистозная трансформация участка паренхимы. С техническими трудностями произведены мобилизация и скелетирование левого мочеточника до уровня ворот почки, где в рубцовый процесс вовлечены левая почечная вена и ее анастомоз с нижней полую вену, протез левой почечной артерии, лоханочно-мочеточниковый сегмент собирательной системы левой почки. Произведена попытка прецизионной селективной мобилизации структур ворот левой почки. Разделить структуры ворот почки без травматизации их невозможно. Пересечен на зажимах и лигирован левый мочеточник в его интрамуральном отделе. Учитывая выраженный рубцовый процесс в области ворот почки, вовлекающий участок анастомоза левой почечной вены с нижней полую вену, протез левой почечной артерии, произведено лигиро-

вание элементов почечной ножки en block с прецизионным швом на нижнюю полую вену и культю протеза правой почечной артерии. Произведена нефрэктомия. Восстановлена целостность забрюшинного пространства. Учитывая массивность мышечно-апоневротического дефекта, принято решение о производстве комбинированной герниопластики.

**Гистологическое исследование** (11.03.2015).  
Микроописание: опухоль в области устья лоханки (рис. 7, а) представлена уротелиальной карциномой (high-grade) с наличием папиллярных структур по поверхности и погружным характером роста в толще сформированного узла, с мелкими фокусами некроза в центре опухолевых комплексов, инвазией в основу слизистой оболочки, без врастания в мышечный слой стенки лоханки (рис. 7, б). Опухоль в стенке мочеточника (рис. 8, а) имеет строение, аналогичное опухоли в лоханке, также с экзофитным характером роста, выполняет просвет мочеточника без инвазии в мышечный слой стенки (рис. 8, б). В проксимальных участках моче-



**Рис. 9.** МР-изображения, папиллярные разрастания в среднем сегменте выше устья мочеточника справа с распространением на боковую стенку мочевого пузыря, стенка мочевого пузыря в области изменений нерезко утолщена, прилежащая клетчатка не изменена. а – Т2ВИ, сагиттальная проекция; б – Т2ВИ, аксиальная проекция; в – DWI.

точника между двумя опухолями выстилающий уротелий без атипии, с участками атрофии. В дистальных участках мочеточника имеются очаги реактивной атипии и микрофокусы дисплазии уротелия (на расстоянии 2 см проксимальнее края мочеточника). В крае резекции мочеточника элементов опухоли не выявлено.

**Заключение:** принимая во внимание клинические данные (уротелиальная карцинома (G-3) лоханки левой почки, резекция почки в апреле 2013 г.), морфологические изменения следует расценивать как рецидив уротелиальной карциномы (G-3) в виде двух очагов с поражением лоханки левой почки и проксимальной части левого мочеточника в пределах слизистой оболочки. Нельзя исключить имплантационный метастатический характер поражения мочеточника. В крае резекции мочеточника элементов опухоли не выявлено. рТ1 pNX; cM 0; M 8120/3; G 3; R 0; Pn0; L0 ; V 0.

В послеоперационном периоде вследствие наличия жалоб пациенту выполнено **дуплексное сканирование** (18.03.2015): тромбоз ОСА 60–65% справа. Стеноз правой ВСА 50–55%. Стеноз левой ОСА 30%. Стеноз левой ВСА 65–70%.

После выписки из стационара пациент был госпитализирован и 18.03.15 ему была выполнена **эверсионная каротидная эндартерэктомия справа**.

В дальнейшем при динамическом наблюдении выявлены следующие изменения.

**MPT** (амбулаторно, 20.10.2015): на сериях МР-томограмм забрюшинного пространства, выполненных в трех режимах T2, T2 SPAIR, DWI, T1, надпочечники обычной формы, размеров и положения, не изменены.

Правая почка визуализируется размерами 9,5 × 5,2 × 6,6 см, с четкими контурами. Отмечается умеренно выраженное уменьшение объема паренхимы почки. В верхнем полюсе и средней трети почки определяется несколько мелких простых кист максимальным размером 8 мм, других участков патологического сигнала в паренхиме не выявлено. ЧЛС не расширена. Также выявляются несколько парапельвикальных кист размером от 1,0 до 2,5 см. Мочеточник в проксимальных двух третях не изменен. Перинефральная клетчатка не изменена.

Левая почка удалена, рубцовые изменения по ходу операционного доступа. Ретроперитонеальные лимфоузлы не увеличены.

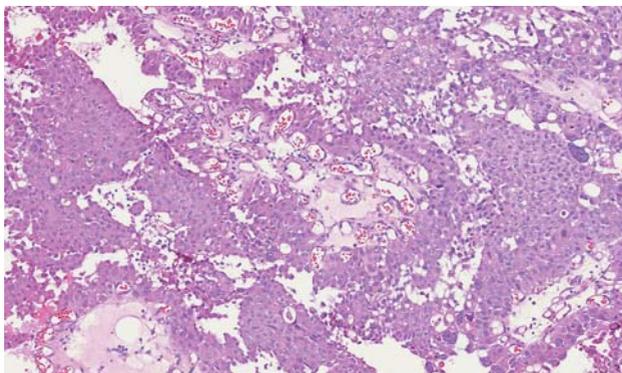
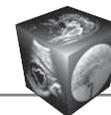
Почечные сосуды справа имеют обычный анатомический ход и диаметр. Патологических изменений печени, поджелудочной железы, селезенки не выявлено.

На каудальных томограммах выше устья мочеточника справа с распространением на боковую стенку мочевого пузыря в среднем сегменте определяются папиллярные разрастания на площади около 3 × 4 см (стелящаяся опухоль с дольчатым контуром толщиной до 11,0–18,0 мм) (рис. 9). Стенка мочевого пузыря в области изменений нерезко утолщена, прилежащая клетчатка не изменена.

Лимфоузлы малого таза не увеличены.

Кости на уровнях сканирования без признаков вторичных изменений.

Также выявляются выраженные изменения инфраренального отдела аорты и подвздошных сосудов (не-



**Рис. 10.** Микропрепарат. Инвазивная папиллярная уротелиальная карцинома мочевого пузыря с очагами инвазии в основу слизистой оболочки. Окраска гематоксилином и эозином.  $\times 200$ .

равномерное расширение просвета, утолщение стенок, турбулентность кровотока – признаки атеросклероза).

**Заключение:** опухоль мочевого пузыря в среднем сегменте справа (метахронная ТСС, вовлечена боковая стенка выше устья правого мочеточника). Простые и парапельвикальные кисты правой почки. Состояние после нефрэктомии слева.

Пациент был госпитализирован в Институт 29.10.2015 для хирургического лечения.

Выполнено **оперативное вмешательство** (30.10.2015): трансуретральная резекция слизистой мочевого пузыря, электровапоризация слизистой правой боковой и задней стенок мочевого пузыря, эстраперитонеальная видеоассистированная резекция купола мочевого пузыря, дренирование малого таза, катетеризация полости мочевого пузыря.

В положении больного на спине с согнутыми в тазобедренных и коленных суставах ногами проведена местная анестезия раствором катеджеля мочеиспускательного канала. Резектоскоп №26 проведен в уретру, слизистая гладкая, подвижная, с незначительной гиперемией в заднем отделе и налетами фибрина, отмечается выраженное сдавление по задней стенке в простатическом отделе. Семенной бугорок несколько отечный, без опухолевых изменений. Сфинктер функционирует удовлетворительно. Вся шейка мочевого пузыря циркулярно поражена ворсинчатыми разрастаниями вида “цветной капусты”, с элементами буллезного отека. Устья правого и левого мочеточников круглые. В области границы II и III сегментов по задней и правой боковой стенок мелкие виллезные опухоли до 5 штук. Произведена электрорезекция опухолевых узлов. В положении больного на спине со слегка опущенными ногами и валиком под крестцом установлены 3 порта: 12 и 5 мм (2) в зоне пупка и в правой и левой подвздошной области. Порт в зоне пупка установлен внебрюшинно. Создание каналов по направлению к правой и левой подвздошным областям внебрюшинно. Под контролем

эндолюминации выполнена полнослойная резекция купола мочевого пузыря. Интракорпоральный непрерывный двурядный шов раны мочевого пузыря.

**Гистологическое исследование** (02.11.2015): инвазивная папиллярная уротелиальная карцинома (G-2) с многочисленными очагами инвазии в основу слизистой оболочки (рис. 10), наличием микроочагов, подострых по сосудистой инвазии.

Проведен курс внутриаартериальной полихимиотерапии митомицином С 40 мг.

В дальнейшем по настоящее время динамическое наблюдение с использованием различных неинвазивных и инвазивных методов обследования рецидива заболевания не выявило.

## Обсуждение

Диагностика опухолей ВМП сложная и должна основываться на комплексной оценке лабораторных и инструментальных данных.

Ведущим методом диагностики опухолей лоханки и мочеточника долгое время являлась экскреторная урография, позволяющая выявить характерный дефект наполнения. Ретроградная уретеропиелография дополняет полученные данные [10].

В настоящее время мультidetекторная компьютерная урография считается “золотым стандартом” для обследования ВМП, заняв место экскреторной урографии. Данное исследование должно выполняться при оптимальных условиях, особенно с включением экскреторной фазы. Необходимо выполнять сканирование в спиральном режиме (с шагом 1 мм) до и после введения контрастного вещества. УРВМП считается достаточным для исследований такого типа: 96% чувствительности и 99% специфичности для полиповидных опухолей размером от 5 до 10 мм. Чувствительность снижается до 89% для полиповидных опухолей [2, 10].

МРТ показана тем пациентам, которым не удается выполнить МДКТ. Уровень выявления УРВМП при МРТ составляет 75% после введения контрастного вещества для опухолей [10, 11].

В представленном клиническом наблюдении на дооперационном этапе была выявлена опухоль почки по данным КТ и УЗИ, однако, несмотря на то что в описательной части протоколов исследования звучало распространение опухоли на ЧЛС, не были учтены данные о гематурии, вследствие чего диагноз был поставлен не совсем корректно.

При обследовании и ведении этой категории больных следует также учесть тот факт, что заболеваемость растет по мере увеличения возраста. Пик заболеваемости УРВМП приходится на 7–8-ю декаду жизни. Средний возраст больных состав-



ляет 65 лет [12]. Вследствие этого с большой долей вероятности такие пациенты имеют другие конкурирующие и/или сопутствующие заболевания, чаще всего связанные с сердечно-сосудистой системой, реже с воспалительными заболеваниями желудочно-кишечного тракта, поэтому необходимо тщательно собирать анамнез и анализировать клинические проявления, также целесообразно применять весь спектр возможных методов обследования пациента, включая УЗИ, КТ- и МР-исследование, а также эндоскопические методы. В представленном клиническом наблюдении у пациента совместно с образованием в почке была выявлена аневризма инфраренального отдела аорты, что потребовало выполнения сочетанного оперативного вмешательства.

Сегодня некоторые исследователи предлагают рассматривать возникновение карциномы почечной лоханки и мочеточника с позиций концепции «опухолевого поля», согласно которой канцерогенез является проявлением нестабильности уротелия, что приводит к неопластической трансформации в различных отделах мочевых путей от почечной лоханки до мочеиспускательного канала [13]. Рецидивы рака ВМП развиваются почти у трети радикально оперированных больных и, чаще всего, локализируются в мочевом пузыре. Своевременное выявление рецидивной опухоли и ее лечение по стандартам, принятым при раке мочевого пузыря, позволяет излечить большинство пациентов [9, 14], что было и в представленном наблюдении.

## Заключение

Тщательное наблюдение за пациентами с УРВМП после хирургического лечения является обязательным для определения метастазов опухолей мочевых путей (во всех случаях), локального рецидивирования и отдаленных метастазов (в случае инвазивных опухолей).

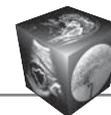
## Список литературы

1. Фигурин К.М. Злокачественные новообразования почечных лоханок и мочеточников. *Онкоурология*. 2006; 2: 5–12.
2. Клинические рекомендации по диагностике и лечению больных с опухолями верхних мочевыводящих путей. Проект. Волкова М.И., Матвеев В.Б., Медведев С.В. и др. М., 2014. 15 с.
3. Мабель М. Опухоли почечной лоханки и мочеточника. В кн.: Клиническая урология; Под ред. Е.Б. Маринбаха: М., 1975. С. 57–66.
4. Roupřet M., Babjuk M., Compérat E., Zigeuner R., Sylvester R.J., Burger M., Cowan N.C., Böhle A., Van Rhijn B.W., Kaasinen E., Palou J., Shariat S.F. European Association of Urology Guidelines on Upper Urinary Tract

- Urothelial Cell Carcinoma: 2015 Update. *Eur. Urol.* 2015; 68 (5): 868–879. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.06.044.
5. Урология. Клинические рекомендации. 3-е изд., перераб. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 650 с.
6. Акопян Г.Н., Аляев Ю.Г., Газимиев М.А., Дымов А.М., Чернов Я.Н. Перкутанное удаление уротелиального рака верхних мочевых путей. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2017; 12, 3 (69): 66–70.
7. Catalona W.J. Urothelial tumors of the urinary tract. In: Campbell's urology. 6-th ed. Ed. P.C. Walsh. 1992: 1094–1158.
8. Hisataki T., Miyao N., Masumori N., Takahashi A., Sasai M., Yanase M., Itoh N., Tsukamoto T. Risk factors for development of bladder cancer after upper tract urothelial cancer. *Urology*. 2000; 55: 663–667.
9. Афонин С.В. Современная диагностика и лечение уротелиального рака верхних мочевых путей: Автореф. дисс. ... канд мед наук. М., 2011. 26 с.
10. Lughezzani G., Sun M., Perrotte P., Shariat S.F., Jeldres C., Budäus L., Latour M., Widmer H., Duclos A., Bénard F., McCormack M., Montorsi F., Karakiewicz P.I. Gender-related differences in patients with stage I to III upper tract urothelial carcinoma: results from the Surveillance, Epidemiology, and End Results database. *Urology*. 2010; 75 (2): 21–27. DOI: 10.1016/j.urology.2009.09.048.
11. Ищенко К.Б. Эпидемиология, клиника и диагностика уротелиальных опухолей почечной лоханки и мочеточника: современное состояние проблемы. *Злокачественные опухоли*. 2016; 2 (18): 66–71.
12. Laing C., Hamour S., Sheaff M., Miller R., Woolfson R. Chinese herbal uropathy and nephropathy. *Lancet*. 2006; 368 (9532): 338.
13. Андреева Ю.Ю., Завалишина Л.Э., Морозов А.А. Выявление ДНК вируса папилломы человека в поверхностной уротелиальной карциноме мочевого пузыря. *Онкоурология*. 2008; 1: 34–35.
14. Xylinas E., Rink M., Margulis V., Karakiewicz P., Novara G., Shariat S.F. Multifocal carcinoma in situ of the upper tract is associated with high risk of bladder cancer recurrence. *Eur. Urol.* 2012; 61: 1069–1070. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.02.042.

## References

1. Figurin K.M. Malignant neoplasms of renal pelvis and ureter. *Oncourologiya*. 2006; 2: 5–12. (In Russian)
2. Clinical recommendations for the diagnosis and treatment of patients with tumors of the upper urinary tract. Project. Volkova M.I., Matveev V.B., Medvedev S.V. et al. M., 2014. 15 p. (In Russian)
3. Mebel M. Tumors of the renal pelvis and ureter. In: Clinical urology. Ed. E.B. Marinbach. M., 1975. P. 57–66. (In Russian)
4. Roupřet M., Babjuk M., Compérat E., Zigeuner R., Sylvester R.J., Burger M., Cowan N.C., Böhle A., Van Rhijn B.W., Kaasinen E., Palou J., Shariat S.F. European Association of Urology Guidelines on Upper Urinary Tract Urothelial Cell Carcinoma: 2015 Update. *Eur. Urol.* 2015; 68 (5): 868–879. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.06.044.
5. Urology. Clinical recommendations. 3rd ed., revised. Moscow: GEOTAR-Media, 2014. 650 p. (In Russian)
6. Akopyan G.N., Alyaev Yu.G., Gazimiev MA, Dymov AM, Chernov Ya.N. Percutaneous removal of urothelial cancers of the upper urinary tract. *Meditsinskiy vestnik Bashkortostana*. 2017; 12, 3 (69): 66–70. (In Russian)



7. Catalona W.J. Urothelial tumors of the urinary tract. In: Campbell's urology. 6-th ed. Ed. P.C. Walsh. 1992: 1094–1158.
8. Hisataki T., Miyao N., Masumori N., Takahashi A., Sasai M., Yanase M., Itoh N., Tsukamoto T. Risk factors for development of bladder cancer after upper tract urothelial cancer. *Urology*. 2000; 55: 663–667.
9. Afonin S.V. Modern diagnostics and treatment of urothelial cancers of the upper urinary tract. Author's abstract: Diss ... cand. med. sci. M., 2011. 26 p. (In Russian)
10. Lughezzani G., Sun M., Perrotte P., Shariat S.F., Jeldres C., Budäus L., Latour M., Widmer H., Duclos A., Bénard F., McCormack M., Montorsi F., Karakiewicz P.I. Gender-related differences in patients with stage I to III upper tract urothelial carcinoma: results from the Surveillance, Epidemiology, and End Results database. *Urology*. 2010; 75 (2): 21–27. DOI: 10.1016/j.urology.2009.09.048.
11. Ishchenko K.B. Epidemiology, clinic and diagnosis of urothelial tumors of the renal pelvis and ureter: current state of the problem. *Zlokachestvennie opukholi*. 2016; 2 (18): 66–71. (In Russian)
12. Laing C., Hamour S., Sheaff M., Miller R., Woolfson R. Chinese herbal uropathy and nephropathy. *Lancet*. 2006; 368 (9532): 338.
13. Andreeva Yu.Yu., Zavalishina L.E., Morozov A.A. Detection of human papillomavirus DNA in superficial urothelial bladder carcinoma. *Oncourologiya*. 2008; 1: 34–35. (In Russian)
14. Xylinas E., Rink M., Margulis V., Karakiewicz P., Novara G., Shariat S.F. Multifocal carcinoma in situ of the upper tract is associated with high risk of bladder cancer recurrence. *Eur. Urol*. 2012; 61: 1069–1070. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.02.042.

Поступила в редакцию 22.12.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 22.12.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-100-108

## Современные технологии лучевой диагностики в определении метастатического поражения тазовых лимфоузлов

Диомидова В.Н.<sup>1, 2</sup>, Ефимова О.А.<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары, Россия

<sup>2</sup> БУ «Городская клиническая больница №1», Чебоксары, Россия

<sup>3</sup> АУ «Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ ЧР», Чебоксары, Россия

## Modern Radiodiagnosics Technology of Metastases in Pelvic Lymph Nodes

Diomidova V.N.<sup>1, 2</sup>, Efimova O.A.<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> I.N. Ulyanov The Chuvash state university, Cheboksari, Russia

<sup>2</sup> The City Clinical Hospital №1, Cheboksari, Russia

<sup>3</sup> The Republican Clinical Oncological Hospital, Cheboksari, Russia

Представлен анализ диагностической информативности современных методов лучевой диагностики в определении метастатического поражения тазовых лимфоузлов при раке гинекологических органов по данным отечественных и зарубежных публикаций. На современном этапе методами получения визуального изображения лимфоузлов тазовой полости являются технологии лучевой диагностики (рентгенологические, ультразвуковые, магнитно-резонансно-томографические, сцинтиграфические). Анализ показал, что исследований, посвященных диагностической информативности современных методов лучевой диагностики в дифференцировке характера поражения тазовых лимфоузлов, недостаточно. Согласно данным литературы, наиболее рациональным и перспективным методом лучевой диагностики метастатически пораженных лимфоузлов является магнитно-резонансная томография благодаря высокой информативности и специфичности при этом. В то же время сохраняется целесообразность дальнейшего изучения всех методов лучевой диагностики с целью поиска наиболее оптимального из них для оценки тазовых лимфоузлов.

**Ключевые слова:** лучевая диагностика, тазовые лимфоузлы, метастатическое поражение.

**Ссылка для цитирования:** Диомидова В.Н., Ефимова О.А. Современные технологии лучевой диагностики в определении метастатического поражения тазовых лимфоузлов. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 100–108. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-100-108.

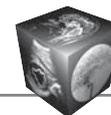
The analysis of the diagnostic informativeness of modern radiodiagnosics methods in determining metastatic lymph node of pelvic cancer gynecological organs according to domestic and foreign publications. At the present stage methods of obtaining visual images pelvic lymph nodes are radiodiagnosics technologies (radiological, ultrasound, magnetic resonance tomography, scintigraphic). The analysis has shown that the researches devoted to diagnostic informational content of modern methods of radiodiagnosis in a differentiation of nature of damage of pelvic lymph nodes aren't enough. According to the literature, the most rational and perspective method for radiodiagnosis metastatics lymph node is a magnetic resonance imaging due to the high information content and thus specificity. At the same time, the continued relevance of further study of methods of radiodiagnosics in order to find the optimal one for the assessment of pelvic lymph nodes.

**Key words:** radiology diagnostics, pelvic lymph nodes, metastases.

**Recommended citation:** Diomidova V.N., Efimova O.A. Modern Radiodiagnosics Technology of Metastases in Pelvic Lymph Nodes. *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 100–108. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-100-108.

\*\*\*

Для прогнозирования течения рака гинекологических органов, как и любой другой локализации, клинически важно определение стадии болезни на дооперационном этапе. Особо актуальным для



практического здравоохранения на современном этапе сохраняется ранняя диагностика метастатического поражения как регионарных, так и отдаленных лимфоузлов (ЛУ).

В связи с этим целью данной работы было изучение диагностической информативности современных методов лучевой диагностики в определении метастатического поражения тазовых ЛУ при раке гинекологических органов по данным отечественных и зарубежных публикаций.

**Историческая справка.** Лимфатическая система – важное составляющее гомеостаза организма человека. Лимфатическое русло неразрывно связано с венозной сетью [1, 2]. Тесное функциональное взаимодействие этих двух систем обуславливает особенности и трудности диагностики ее поражения при патологии [3].

История начала изучения лимфатической системы уходит далеко в прошлое. На протяжении многих веков лучшие умы мира интересовались сложной, малоизученной системой организма, патология которой до сих пор остается наиболее труднодиагностируемой и является предметом спора современных ученых [4–6].

Первые упоминания лимфатической системы встречались в научных трудах греческих ученых Александрийской школы еще в IV–III веках до нашей эры. Однако строение и функциональное предназначение ЛУ и сосудов было описано намного позже, в XVII веке учеными, врачами-анатомами О. Rudbeck [7] и Т. Bartolinus [8]. В течение последующих столетий исследования продолжались, что позволило в дальнейшем в достаточной мере иметь представление об анатомии и нормальной физиологии лимфатического русла [3].

Многие отечественные ученые прочно вписали свои имена в развитие лимфологии. Первое руководство по анатомии лимфатической системы было издано еще в 1914 г. Г.М. Иосифовым [9]. Особенности нормальной физиологии, анатомии и топографической анатомии различных групп ЛУ подробно были представлены в работах

Д.А. Жданова [10], М.Р. Сапина и соавт. [11]. В последующем появились работы, где исследователи выделяют ЛУ как отдельный, самостоятельный орган в лимфатической системе с выделением путей оттока лимфы из различных областей [12–14].

**Использование технологий лучевой диагностики при лимфаденопатиях.** Настоящим прорывом в медицине стало изобретение Вильгельмом Конрадом Рентгеном нового метода диагностики, что послужило мощным толчком к развитию лучевой диагностики [15]. Создание рентгеновских аппаратов и рентгеноконтрастных препаратов открыло широкие перспективы для дальнейшего изучения лимфатической системы и явилось толчком к разработке метода прямой лимфографии [16–18]. Отечественные ученые А.Ф. Цыб и Г.А. Задгенидзе внесли неоценимый вклад в изучение лимфатического русла, введя в клиническую практику прямой и непрямой методы рентгенологической лимфографии [19].

Прямой метод лимфографии основан на введении рентгеноконтрастного препарата непосредственно в заранее выведенный лимфатический сосуд. Непрямой метод лимфографии заключается в подкожном введении рентгеноконтрастного препарата с последующим рентгенологическим контролем за ЛУ и сосудами [19, 20].

Способ лимфографии является весьма трудоемким, требующим большой затраты времени и небезопасным для пациента методом исследования лимфатической системы [3, 4]. Выведение лимфатического сосуда возможно только хирургическим способом, значит, помимо технических трудностей, требует длительного периода заживления и восстановления пациента. Контрастное вещество содержит в своем составе липофильные элементы, способные вызвать серьезные, нежелательные побочные эффекты [19, 21]. Кроме того, как и все рентгенологические методы, лимфография обладает лучевой нагрузкой. Высокие

**Для корреспонденции\*:** Ефимова Оксана Алексеевна – 428000 Чебоксары, пр. Тракторостроителей, д. 37, кв. 23. Тел.: 8-952-024-18-74. E-mail: oksanalekseevna.e@gmail.com

**Диомидова Валентина Николаевна** – доктор мед. наук, профессор, заведующая кафедрой пропедевтики внутренних болезней с курсом лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова”; заведующая отделением ультразвуковой диагностики БУ “Городская клиническая больница №1”, Чебоксары; **Ефимова Оксана Алексеевна** – врач-рентгенолог АУ “Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ ЧР”; аспирант кафедры “Акушерство и гинекология” ФГБОУ ВО “Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова”, Чебоксары.

**Contact\*:** Oksana A. Efimova – 37-23, Traktorostroiteley, Cheboksary, Russian Federation, 428000. Phone: 8-952-024-18-74. E-mail: oksanalekseevna.e@gmail.com

**Valentina N. Diomidova** – doct. of med. sci., professor, the head of the Department of the Propaedeutics of Internal Diseases department with a course of radiodiagnosis of The I.N. Ulyanov Chuvash state university; the head of Department of ultrasound diagnostics at City Clinical Hospital №1, Cheboksari; **Oksana A. Efimova** – radiologist in a Republican Clinical Oncological Hospital; Postgraduate student of the I.N. Ulyanov Chuvash state university, Cheboksari.



риски развития нежелательных побочных эффектов и факт хирургического вмешательства делают применение прямого метода лимфографии с целью диагностики тазовой лимфаденопатии на современном этапе развития медицины нерациональным.

Мультиспиральная компьютерная томография, только войдя в практику, прочно закрепилась и стала “золотым стандартом” диагностики патологии многих систем, в том числе первично злокачественного процесса лимфатической системы [5, 22].

С развитием радионуклидной диагностики начались разработки метода радионуклидной лимфографии [23, 24]. Суть метода заключается во введении радиоактивной метки, которая, проникая в лимфатическую систему, вызывает специфическое свечение, регистрируемое гамма-камерой [18, 20, 24].

Дальнейшее развитие науки и техники в 60-х – 70-х годах XX века позволило ввести в практику врача совершенно новые методы диагностики патологии ЛУ, принцип действия которых в корне отличается от рентгеновских лучей [15]. Появление методики магнитно-резонансной томографии (МРТ) позволило расширить область знаний в сфере лимфологии и диагностики ее патологии [25], и особое место среди отечественных ученых здесь занимает А.Ю. Летягин [26].

Ультразвуковая диагностика доказала свою рациональность в исследовании периферических ЛУ [27, 28]. Благодаря созданию высокочастотных датчиков, разработке новых режимов исследования появились широкие возможности диагностики поверхностно-расположенных структур, в число которых входят ЛУ [29].

Научный поиск оптимального метода лучевой диагностики лимфаденопатии на этом не прекращается, набирает все новые обороты. Доказанная значимость степени вовлеченности ЛУ в патологический процесс при различного рода заболеваниях органов и тканей любой локализации, в том числе органов малого таза, лишь подтверждает важность и необходимость совершенствования существующих методов лучевой диагностики лимфаденопатии.

**Лучевая анатомия тазовых ЛУ.** К числу тазовых ЛУ относят парные внутренние и наружные подвздошные, запирательные, пресакральные, паховые и непарные ЛУ в жировой клетчатке вокруг органов малого таза [20, 30].

По данным большинства отечественных и зарубежных авторов, основные критерии оценки ЛУ совпадают при различных методах лучевой диагностики: размер, форма, контуры, структура [5, 6, 18, 20, 22, 31, 32].

Традиционная прямая лимфография позволяет дифференцировать лишь крупные паравазальные ЛУ малого таза. По данным этого метода в норме ЛУ симметрично расположены, имеют четкие и ровные контуры, свободно и равномерно контрастируются [20]. В связи с особенностями и сложностями проведения, ввиду определенных отрицательных последствий после проведения прямая лимфография на сегодняшний момент не используется [4].

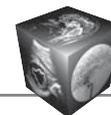
Критерии оценки нормальной анатомии ЛУ при непрямой лимфографии соответствуют критериям прямой лимфографии. Однако в отличие от прямого метода лимфографии при непрямой лимфографии хирургическое вмешательство отсутствует, но время исследования не уменьшается в связи с тем, что всасывание контрастного препарата в ЛУ начинается позже, чем в сосудах [18, 19, 21]. Ввиду этого метод непрямой лимфографии также в настоящее время не используется.

Компьютерная томография (КТ) позволяет выявить следующие признаки нормальной анатомии тазовых ЛУ: овоидная форма, четкие контуры [4], размер менее 10 мм по короткой оси [22, 31, 33], однородная структура [20]. КТ благодаря разности жировой и лимфатической ткани позволяет визуализировать ЛУ, однако существуют сложности диагностики тазовых ЛУ и кровеносных сосудов без применения контрастного препарата [4], в особенности у лиц с астеническим типом телосложения. При КТ с контрастированием здоровые тазовые ЛУ интенсивно накапливают контрастный препарат и быстро его вымывают в отсроченную фазу [33].

Нормальная лучевая анатомия тазовых ЛУ на лимфосцинтиграмме проявляется признаками симметричности их расположения [5, 20]. С помощью радионуклидного метода здоровые ЛУ оцениваются по равномерному, быстрому распределению радиофармацевтического препарата (РФП) [18, 34].

Ультразвуковое изображение при исследовании тазовых ЛУ в норме характеризуется регистрацией овоидной формы узлов размером менее 10 мм по короткой оси, при этом имеется возможность оценки коэффициента соотношения длины к ширине ЛУ (как 2:1) [5]. В норме ЛУ с четкими, ровными контурами, однородной структуры [35, 36], с четкой визуализацией структур ворот [37], размеренным кровотоком при цветовом доплеровском картировании (ЦДК) [5, 38, 39].

Критериями нормальной анатомии тазовых ЛУ при МРТ установлены: овоидная форма, однородная структура, четкие жировые ворота, равномерно пониженный МР-сигнал на диффузионно-взве-



шенных изображениях (DWI), четкие, ровные контуры [34]. Стоит отметить, что в литературных данных встречается разное значение максимального порогового размера нормальных ЛУ на МР-томограмме. Так, согласно данным одних авторов, верхняя граница нормы размеров тазовых ЛУ по короткой оси составляет 6 мм [6], других – 10 мм [31]. Есть работы с указанием различной максимальной границы нормы тазовых ЛУ в зависимости от конкретной локализации [39]. Такой разброс данного показателя объясняется работой на МР-аппаратуре с различной мощностью, калибровки, комплектации и использованием разных режимов сканирования.

**Лучевая диагностика метастатического поражения тазовых ЛУ.** Тазовая лимфаденопатия может быть первичной (проявлением лимфо-пролиферативного заболевания) и вторичной (сопутствующей патологией целого ряда заболеваний, в роли которых чаще выступают злокачественные опухолевые образования различной локализации и инфекционные заболевания) [32].

Наиболее важной среди лимфаденопатий с прогностической точки зрения является злокачественная. Для выбора оптимальной схемы лечения онкологического пациента, химиопрепаратов, сеансов лучевой терапии и объема оперативного вмешательства необходимо обладать достоверной информацией о распространенности процесса, степени вовлеченности прилежащих структур и наличии метастатического поражения регионарных ЛУ [40].

Развитая лимфатическая сеть, перекрестный ход лимфооттока от органов малого таза и схожие признаки лимфаденопатии при различных заболеваниях одних и тех же органов затрудняют дифференциальную диагностику поражения ЛУ [6, 30].

К проявлениям патологически измененных ЛУ по результатам исследования разных методов лучевой диагностики относят изменение размеров в сторону увеличения, преимущественно за счет поперечного размера, склонность к слиянию, объединения в крупные конгломераты [5, 6, 22, 31, 32]. Также при патологии ЛУ появляются деформация ЛУ, изменения контуров, нарушение структуры, характер накопления контрастного препарата, появление новых, ранее не визуализированных узлов при возможности динамического контроля [4, 20]. Однако перечисленные признаки встречаются при огромном множестве заболеваний, как при воспалительных, так при первично и вторично злокачественных, иммунных, эндокринных заболеваниях, но не являются строго специфическими [32]. В связи с этим вопрос специфичности признаков тазовой лимфаденопатии

продолжает вызывать споры и побуждает к дальнейшему поиску оптимальных методов лучевой диагностики и характерных критериев для каждого заболевания.

Современная диагностика лимфаденопатии складывается из применения комплекса известных в современной медицине методов лучевой диагностики.

Признаками метастатического поражения тазовых ЛУ на лимфограмме являются асимметричность расположения, наличие блоков прохождения контрастного препарата [19, 20]. Точность метода при определении метастатического поражения ЛУ колеблется в пределах 60–85% [20]. Однако это относится преимущественно к периферическим и крупным поверхностным, паравазальным ЛУ [19, 22]. Отсутствие послойного характера исследования также значительно затрудняет визуализацию тазовых ЛУ и дифференцировку патологических метаморфозов.

В диагностике лимфаденопатий значительную роль играет еще один рентгенологический метод – КТ. Критерии метастатически поврежденных тазовых ЛУ на компьютерной томограмме: увеличение поперечного размера, приобретение сферической формы, неровность контуров, неоднородность структуры, неравномерное накопление контрастного препарата, склонность к слиянию.

Активно ведутся дебаты относительно размеров метастатических ЛУ на компьютерной томограмме: есть мнения, что метастатическими являются увеличенные по ширине ЛУ более 10 мм [31], длине более 15 мм и ширине более 10 мм [22], а также если короткая ось больше 8 мм [41] или диаметр более 15 мм [5]. Метастатически пораженные ЛУ при КТ с контрастированием медленно и слабоинтенсивно накапливают контрастный препарат [33].

Перечисленные признаки не являются строго специфическими для метастатического поражения тазовых ЛУ. Увеличение размеров ЛУ на компьютерной томограмме может быть проявлением как доброкачественной гиперплазии, так и злокачественной, неоднородность структуры может быть связана с кальцинированием и появлением новообразования, неровность контуров – с послеоперационными или поствоспалительными фиброзными изменениями в малом тазу и являться признаком метастазирования, неравномерное накопление контрастного препарата возможно при туберкулезном поражении и распадающихся метастатических узлах [18, 20].

По данным большинства авторов, КТ является основным методом диагностики патологии ЛУ шеи, грудной и брюшной полостей [22, 31] с чувст-



вительностью метода в пределах 80–87% и специфичностью в пределах 74–86% [5, 22, 42]. Что касается возможности диагностики тазовой лимфаденопатии, точность варьирует в пределах 83–90% [6]. Это связано с низкой диагностической способностью КТ в определении и дифференцировке патологии ЛУ малого таза вследствие малой разности плотностей между ЛУ и кровеносными сосудами, а также затруднениями, связанными с определением структуры и плотности не увеличенных ЛУ [5, 6]. К тому же аллергические реакции многих пациентов на контрастные препараты, применяемые при КТ, и присутствие лучевой нагрузки ограничивают применение данного метода в диагностике тазовой лимфаденопатии [43].

Исследование патологии лимфатической системы возможно с помощью радионуклидной диагностики. Критериями метастатического поражения ЛУ на лимфосцинтиграмме являются: дефект в виде асимметричности изображения ЛУ [5], неровность контуров, обрыв лимфооттока и развитая сеть лимфатических коллатералей [20]. Объединение позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) с КТ создало возможность получения и анализа как функционального состояния, так и анатомо-топографических особенностей поврежденных ЛУ, в том числе и тазовых [22, 44]. Однако избыточное накопление РФП может наблюдаться как при метастатической перестройке, так и при остром воспалительном процессе, что обуславливает появление ложных результатов [34]. Согласно данным разных авторов, чувствительность ПЭТ при злокачественных поражениях женской репродуктивной системы составляет 80–93%, специфичность – 80–100% [44–47].

“Золотым стандартом” диагностики патологии органов малого таза является ультразвуковое исследование (УЗИ) [27, 28, 48]. Основные критерии метастатической тазовой лимфаденопатии при УЗИ: увеличение размеров более 10 мм в поперечнике с образованием округлой формы узла [4, 15], склонность к слиянию, неоднородность структуры и дифференцировки слоев, хаотичный кровоток при ЦДК, [5, 32, 38], изменение степени жесткости при эластометрии [29, 49]. Применение современных режимов УЗИ при заболеваниях органов малого таза: ЦДК, эластометрии, эластографии повышает чувствительность до 96%, специфичность до 77% [5, 28, 38, 50]. Применение данного метода для дифференцировки тазовой лимфаденопатии малоинформативно. Это связано с особенностями физики применяемых ультразвуковых методов, малым полем обзора и зависимостью от оператора [43, 51]. Относительно ЛУ стоит отметить явные ограничения исполь-

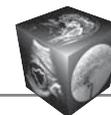
зования УЗИ: наиболее полная информация собирается при исследовании состояния периферических, поверхностно-расположенных ЛУ. Чувствительность УЗИ в диагностике тазовой лимфаденопатии варьирует в пределах 50% [31].

Благодаря особенностям физического явления ядерного магнитного резонанса МРТ обладает уникальной мягкотканной разрешающей способностью [43, 48]. Даже без введения контрастного препарата (на основе гадолиния) возможна четкая дифференцировка органов малого таза [43]. В связи с тем что получение изображений основано на отклике атомов протона на действие магнитного поля, а не на плотности тканей (как при КТ), дифференцировка тазовых ЛУ от кровеносных сосудов не составляет труда [31]. Благодаря послойному получению срезов, что обуславливает высокое пространственное разрешение, определяется точное анатомическое расположение патологических ЛУ. Использование дополнительных режимов: DWI, измеряемый коэффициент диффузии (ИКД или ADC), позволяет определить не только морфологические изменения, но и функциональные, позволяющие не просто установить факт лимфаденопатии, а провести дифференциальную диагностику между различными заболеваниями [22]. Чувствительность МРТ к тазовой лимфаденопатии достигает 82%, а специфичность – 100% [22, 39].

К числу критериев метастатического поражения тазовых ЛУ при МРТ относят все ранее перечисленные по отношению к КТ [18], а также ряд принципиально новых: отсутствие дифференцировки жировых ворот, повышение МР-сигнала на DWI и понижение на ADC-карте [22], стойкий яркий МР-сигнал от ЛУ на постконтрастных сканах при использовании лимфотропных контрастных препаратов на основе суперпарамагнетических наночастиц железа (USPIO) [52, 53]. Применение таких контрастных препаратов позволяет дифференцировать метастатически поврежденные ЛУ от гиперплазированных при неспецифических процессах [53, 54, 55]. К сожалению, в нашей стране контрастные препараты на основе USPIO не прошли сертификацию и для диагностики лимфаденопатии в настоящий момент в клинической практике не используются [55].

## Заключение

На современном этапе методами получения визуального изображения ЛУ тазовой полости являются технологии лучевой диагностики (рентгенологические, ультразвуковые, магнитно-резонансно-томографические, скintiграфические). Изучение доступных отечественных и зарубежных



публикаций показало, что исследований, посвященных диагностической информативности современных методов лучевой диагностики в определении поражения тазовых ЛУ при раке гинекологических органов, недостаточно. Согласно данным литературы, наиболее рациональным и перспективным методом лучевой диагностики метастатически пораженных тазовых ЛУ является МРТ благодаря высокой информативности и специфичности. В то же время сохраняется целесообразность дальнейшего изучения всех методов лучевой диагностики с целью поиска наиболее оптимального из них для оценки тазовых ЛУ.

### Список литературы

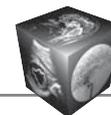
1. Петренко В.М. Анатомия и развитие лимфатической системы. СПб.: СПбГМА, 2001. 46 с.
2. Иткин Г.П., Иткин М.Г. Лимфатическая система – забытая область? *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2016; 18 (3): 145–151.
3. Бородин Ю.И. Лимфология в Сибири. Люди и проблемы. *Бюллетень СО РАМН*. 2012; 32 (1): 107–116.
4. Овчинников В.А. Визуализация поражений лимфатических узлов. *Журнал ГрГМУ*. 2006; 4: 16–20.
5. Минюкова Т.Н. Лучевые методы исследования больных лимфопролиферативными заболеваниями. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2006; 6: 45–51.
6. Шавладзе З.Н., Березовская Т.П., Прошин А.А. Клинико-диагностические аспекты магнитно-резонансного стадирования рака шейки матки. *Медицинская визуализация*. 2009; 5: 80–90.
7. Rudbeck O. *Anatomica*. Arosia: Eucharius Lauringer, 1653. 24 p.
8. Bartolinus T. *Anatomia*. Hague: Ex typographia Adriani Vlacq, 1655. 807 p.
9. Иосифов Г.М. Лимфатическая система человека. Томск: Изд-во Томского университета, 1914. 180 с.
10. Жданов Д.А. Общая анатомия и физиология лимфатической системы. Л.: Медгиз, 1952. 336 с.
11. Сапин М.Р., Юрина Н.А., Этинген Л.Е. Лимфатический узел. М.: Медицина, 1978. 267 с.
12. Сапин М.Р. Новый взгляд на лимфатическую систему и ее место в защитных функциях организма. *Морфология*. 1997; 5: 84–87.
13. Петренко В.М. Структурные основы лимфооттока (очерки по функциональной анатомии лимфатической системы). СПб.: СПбГМА, 1999. 120 с.
14. Бородин Ю.И., Труфакин В.А., Любарский М.С., Ефремов А.В., Рот Г.З. Очерки по клинической лимфологии. Новосибирск: Сибирское отделение РАМН, 2001. 191 с.
15. Трофимова Т.Н., Карабанович Е.В., Карлова Н.А., Бойцова М.Г. От Рентгена сквозь столетие. *Лучевая диагностика и терапия*. 2015; 4 (6): 107–112.
16. Kinmonth J.B., Kemp Harper R.A., Taylor G.W. Lymphangiography by radiological methods. *J. Faculty Radiol. Faculty of Radiologists (Great Britain)*. 1955; 6: 217–223.
17. Francis G.E., Kinmonth J.B., Rollinson E.R., Rotblat J., Taylor G.W. Lymphatic Circulation Studied with Radioactive Plasma Protein. *Br. Med. J.* 1957; 1: 133–137.
18. Иванов А.Э., Амосов В.И. Методы исследования лимфоотока от органов грудной клетки и регионарных лимфатических узлов при лимфоаденопатиях различных этиологий. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2017; 16 (2): 54–62.
19. Задгендзе Г.А., Цыб А.Ф. Клиническая лимфография. Академия медицинских наук СССР. М.: Медицина, 1977. 288 с.
20. Фомин Д.К., Пятницкий И.А. Современные инструментальные методы исследования функционального статуса лимфоузлов у женщин, перенесших радикальные операции по поводу злокачественных опухолей малого таза (обзор литературы). *Вестник Российского научного центра рентгенологии Минздрава России*. 2015; 2: 11–24.
21. Амосов В.И., Кацев В.М., Дмитриева Л.А., Лапекин С.В. Лимфосцинтиграфия нижних конечностей: диагностические возможности метода. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2002; 1 (3): 48–52.
22. Михайлов А.И., Тюрин И.Е., Панов В.О. Магнитно-резонансная томография в стадировании лимфом. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2014; 2: 60–67.
23. Sage H.N., Sinha V.K., Kizilay D., Toulon R. Radioactive colloidal gold measurements of lymph flow and functional patterns of lymphatics and lymph nodes in the extremities. *J. Nucl. Med.* 1964; 5: 626–642.
24. Cutini G., Gesuelli G.C., Sartelli M., Brianzoni E., Musolino G., Nestori M., Scibì R., Berbellini A. The role of lymphoscintigraphy in rectal laparoscopic surgery. *Surgical Endoscopy*. 2001; 15 (12): 1440–1443.
25. Смелов С.В., Диомидова В.Н., Захарова О.В., Меркулова Л.М., Сафонова М.А., Ионов А.М. Магнитно-резонансно-томографическая анатомия структур женского таза: Учебное наглядное пособие. Чебоксары: Изд-во Чувашского университета, 2015. 80 с.
26. Лetyагин А.Ю. Магнитно-резонансные методы исследования лимфатической системы. В кн.: Лимфология. Коненков В.И., Бородин Ю.И., Любарский М.С. Новосибирск: Филиал Гео Издательства СО РАН, Издательский дом Манускрипт, 2012: 326–344.
27. Диомидова В.Н., Валеева О.В., Захарова О.В., Конькова М.В., Ищенко А.И., Чамеева Т.В., Семенова Е.Н. Возможности комплексной эхографии в диагностике доброкачественных заболеваний матки и ее придатков. *Вестник Чувашского университета*. 2013; 3: 415–421.
28. Диомидова В.Н., Захарова О.В., Петрова О.В., Сиордия А.А. Ультразвуковая эластография (компрессионная и сдвиговой волны) в акушерстве и гинекологии. *Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии*. 2016; 15 (2): 52–58.
29. Борсуков А.В., Морозова Т.Г., Ковалев А.В., Сафронова М.А., Иванов Ю.В., Казакова О.П., Мамошин А.В. Опыт внедрения рекомендаций по стандартизированной методике копрессивной соноэластографии поверхностных органов и структур. *Медицинская визуализация*. 2014; 4: 122–131.
30. Рубцова Н.А., Новикова Е.Г., Сеницын В.Е. Возможности магнитно-резонансной томографии в оценке состояния регионарных лимфатических узлов у больных раком шейки матки и эндометрия. *Медицинская визуализация*. 2012; 5: 63–72.
31. Тютин Л.А., Костеников Н.А., Ильин Н.В., Ходжибекова М.М., Виноградова Ю.Н. Позитронная эмиссион-



- ная томография с 18F-ФДГ в комплексной лучевой диагностике больных злокачественными лимфомами. *СТМ*. 2011; 2: 120–126.
32. Летагин А.Ю. Высокопольная магнитно-резонансная томография лимфаденопатических изменений. *Лучевая диагностика и терапия*. 2011; 4 (2): 59–72.
  33. Котляров П.М., Примак Н.В., Флеров К.Е., Гомблевский В.А., Очкиников В.И., Нуднов Н.В. МСКТ в диагностике метастатического поражения лимфатических узлов при раке толстой кишки. *Медицинская визуализация*. 2013; 5: 93–101.
  34. Хоружик С.А., Жавдин Э.А., Карман А.В. Возможности диффузионно-взвешенной магнитно-резонансной томографии и позитронной эмиссионной томографии при раннем прогнозировании эффективности химиотерапии лимфом. *Всенациональная академия наук Беларуси*. 2014; 2: 107–120.
  35. Степанова Ю.А. Диагностика неорганных забрюшинных образований по данным комплексного ультразвукового исследования: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 2002. 30 с.
  36. Чиссов В.И., Трофимова Е.Ю. Ультразвуковое исследование лимфатических узлов в онкологии: Практическое руководство. М.: Стром, 2003. 109 с.
  37. Esen G. Ultrasound of superficial lymph nodes. *Eur. J. Radiol.* 2006; 58 (3): 345–359.
  38. Трофимова Е.Ю. Ультразвуковое исследование лимфатических узлов. *SonoAce International*. 2008; 18: 59–64.
  39. Летагин А.Ю. Лимфоаденопатические изменения на магнитно-резонансных томографах. *Медицинский журнал Западного Казахстана*. 2012; 4 (36): 17–21.
  40. Черемисин В.М., Глушко Н.И., Павелец К.В., Мусукаев Х.М., Черных Д.А. Роль лучевых методов исследования в выборе тактики хирургического лечения больных раком прямой кишки. *Медицинская визуализация*. 2009; 5: 74–79.
  41. Березовская Т.П., Невольских А.А., Бердов Б.А., Кондрашова Л.М., Горбань Н.А. Возможности МРТ в диагностике метастатического поражения регионарных лимфатических узлов при раке прямой кишки. *Колопроктология*. 2013; 3 (45): 3–9.
  42. Усова А.В., Фролова И.Г., Афанасьев С.Г., Тарасова А.С. Возможности МРТ в диагностике и оценке эффективности лечения рака прямой кишки. *Сибирский онкологический журнал*. 2012; 5 (53): 74–79.
  43. Ефимова О.А., Сафонова М.А., Ионов А.М. Поиск оптимального алгоритма лучевой диагностики раннего рака яичников. *Acta Medica Eurasica*. 2017; 1: 37–47.
  44. Новицкий А.В., Тыренко В.В., Бойков И.В., Горностаев Д.А. Результаты применения совмещенной позитронно-эмиссионной и компьютерной томографии в стадировании больных злокачественными лимфомами. *Medline.ru. Российский биомедицинский журнал*. 2011; 12: 598–609.
  45. Hubner K.F., McDonald T.W., Niethammer J.G. Smith GT, Gould HR, Buonocore E. Assessment of primary and metastatic ovarian cancer by positron emission tomography (PET) using 2-[18F]deoxyglucose (2-[18F]FDG). *Gynecol. oncol.* 1993; 51 (2): 197–204.
  46. Chung Y.An., Kim S.H., Sohn H.S., Chung S.K., Rhim Ch.Ch., Namkoong S.E. Usefulness of lymphoscintigraphy and intraoperative gamma detection in the identification of sentinel nodes in cervical cancer. *Eur. J. Nucl. Med. Molec. Imaging*. 2003; 30: 1014–1017.
  47. Torizuka T., Kanno T.O., Futatsubashi M., Okada H., Yoshikawa E., Nakamura F., Takekuma M., Maeda M., Ouchi Y. Imaging of gynecologic tumors: comparison of (11)C-cloline PET with (18)F-FDG PET. *J. Nucl. Med.* 2003; 44 (7): 1051–1056.
  48. Ефимова О.А. Комплексная лучевая диагностика опухолевых образований яичников на дооперационном этапе. *Поволжский онкологический вестник*. 2017; 3: 60–63.
  49. Летагин А.Ю. Магнитно-резонансная томография в онколимфологии: TNM-стадирование онкологического процесса и анализ теории "сторожевого" лимфатического узла. *Лучевая диагностика и терапия*. 2012; 2: 8–19.
  50. Зиновьева А.Л., Куртасанов Р.С., Ларюков А.В. Применение эластографии в ультразвуковой дифференциальной диагностике поражения лимфатических узлов. Тезисы 3-го Съезда специалистов ультразвуковой диагностики Приволжского федерального округа. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2014; 3: 116–117.
  51. Терновой С.К., Насникова И.Ю., Морозова С.П., Маркина Н.Ю., Алексеева Е.С. Лучевая диагностика злокачественных опухолей яичников. *Диагностическая интервенционная радиология*. 2008. 2 (4): 37–49.
  52. Andrew W. Bazemore, Douglas R. Smucker. Lymphadenopathy and Malignancy. *Am. Family Physician*. 2002; 11 (66): 2103–2110.
  53. Will O., Purkayastha S., Chan C., Athanasiou T., Darzi A.W., Gedroyc W., Tekkis P.P. Diagnostic precision of nanoparticle-enhanced MRI for lymph-node metastases: a meta-analysis. *Lancet Oncol.* 2006; 7: 52–60.
  54. Bellin M.-F., Lebleu L., Meric J.-B. Evaluation of retroperitoneal and pelvic lymph node metastases with MRI and MR lymphangiography. *Abdom. Imaging*. 2003; 28: 155–163.
  55. Хоружик С.А. Магнитно-резонансная томография в медицинской практике. *Здравоохранение*. 2016; 8: 40–47.

## References

1. Petrenko V.M. Anatomy and development of lymphatic system. SPb.: SPbGMA, 2001. 46 p. (In Russian)
2. Itkin G.P., Itkin M.G. Is the lymphatic system – a forgotten area? *Vestnik transplantologii i iskusstvennykh organov*. 2016; 18 (3): 145–151. (In Russian)
3. Borodin Yu.I. Lymphology in Siberia. People and problems. *Byulleten' SO RAMN*. 2012; 32 (1): 107–116. (In Russian)
4. Ovchinnikov V.A. Visualization defeat of lymph node. *Zhurnal GrGMU*. 2006; 4: 16–20. (In Russian)
5. Minyukova T.N. Radial methods of research of patients with lymphoproliferative diseases. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2006; 6: 45–51. (In Russian)
6. Shavladze Z.N., Berezovskaya T.P., Proshin A.A. Clinical diagnostic aspects of magnetic resonance imaging for staging of cervical cancer. *Medical Visualization*. 2009; 5: 80–90. (In Russian)
7. Rudbeck O. Anatomica. Arosia: Eucharius Lauringer, 1653. 24 p.
8. Bartolinus T. Anatomia. Hague: Ex typographia Adriani Vlacq, 1655. 807 p.



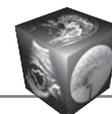
9. Iosifov G.M. Human lymphatic system. Tomsk: Izd-vo Tomskogo Universiteta, 1914. 180 p. (In Russian)
10. Zhdanov D.A. General anatomy and physiology of lymphatic system. L.: Medgiz, 1952. 336 p. (In Russian)
11. Sapin M. R., Yurina N.A., Etingen L.E. Lymph node. M.: Meditsina, 1978. 267 p. (In Russian)
12. Sapin M.R. New view on lymphatic system and its place in protective functions of an organism. *Morfologiya*. 1997; 5: 84–87. (In Russian)
13. Petrenko V.M. Structural bases of a lymphatic outflow (sketches on functional anatomy of a lymphatic system). SPb.: SPbGMA, 1999. 120 p. (In Russian)
14. Borodin Yu.I., Trufakin V.A., Lyubarskiy M.S., Efremov A.V., Rot G.Z. Sketches on a clinical limfologiya. Novosibirsk: Sibirskoe otdelenie RAMN, 2001. 191 p. (In Russian)
15. Trofimova T.N., Karabanovich E.V., Karlova N.A., Boytsova M.G. From Rentgen through the centuries. *Lučevaya diagnostika i terapiya*. 2015; 4 (6): 107–112. (In Russian)
16. Kinmonth J.B., Kemp Harper R.A., Taylor G.W. Lymphangiography by radiological methods. *J. Faculty Radiol. Faculty of Radiologists (Great Britain)*. 1955; 6: 217–223.
17. Francis G.E., Kinmonth J.B., Rollinson E.R., Rotblat J., Taylor G.W. Lymphatic Circulation Studied with Radioactive Plasma Protein. *Br. Med. J.* 1957; 1: 133–137.
18. Ivanov A.E., Amosov V.I. Research methods lymphatic drainage from the chest and regional lymph nodes with lymphadenopathy various etiologies. @Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya@. 2017; 16 (2): 54–62. (In Russian)
19. Zadgenidze G.A., Tsyb A.F. Clinical lymphography. *Akademiya meditsinskih nauk SSSR. M.: Meditsina*, 1977. 288 p. (In Russian)
20. Fomin D.K., Pyatnitskiy I.A. Modern instrumental methods of investigation of the functional status of the lymph nodes in women who had undergone radical surgery for malignant tumors of the small pelvis (Review of the Literature). *Vestnik Rossiyskogo nauchnogo tsentra rentgenologii Minzdrava Rossii*. 2015; 2: 11–24. (In Russian)
21. Amosov V.I., Katsev V.M., Dmitrieva L.A., Lapekin S.V. Lymphoscintigraphy of the lower limbs: the diagnostic possibilities of the method. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya*. 2002; 1 (3): 48–52. (In Russian)
22. Mikhaylov A.I., Tyurin I.E., Panov V.O. Magnetic resonance imaging in the staging of lymphomas. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2014; 2: 60–67. (In Russian)
23. Sage H.H., Sinha B.K., Kizilay D., Toulon R. Radioactive colloidal gold measurements of lymph flow and functional patterns of lymphatics and lymph nodes in the extremities. *J. Nucl. Med.* 1964; 5: 626–642.
24. Cutini G., Gesuelli G.C., Sartelli M., Brianzoni E., Musolino G., Nestori M., Scibà R., Berbellini A. The role of lymphoscintigraphy in rectal laparoscopic surgery. *Surgical Endoscopy*. 2001; 15 (12): 1440–1443.
25. Smelov S.V., Diomidova V.N., Zakharova O.V., Merkulova L.M., Safonova M.A., Ionov A.M. Magnetic-resonance-tomographic anatomy of structures of a female basin: educational visual aid. *Cheboksary: Izd-vo Chuvashskogo universiteta*, 2015. 80 p. (In Russian)
26. Letyagin A.Yu. Magnetic resonance methods of a research of lymphatic system. In: *Limfologiya*. Konenkov V.I., Borodin Yu.I., Lyubarskiy M.S. Novosibirsk: Filial Geo Izdatel'stva SO RAN, Izdatel'skiy dom Manuskript, 2012: 326–344. (In Russian)
27. Diomidova V.N., Valeeva O.V., Zakharova O.V., Konkova M.V., Ishchenko A.I., Chameeva T.V., Semenova E.N. The possibility of an integrated ultrasound in the diagnosis of benign diseases of the uterus and its appendages. *Vestnik Chuvashskogo universiteta*. 2013; 3: 415–421. (In Russian)
28. Diomidova V.N., Zakharova O.V., Petrova O.V., Siordiya A.A. Ultrasound elastography (compression and shear waves) in obstetrics and gynecology. *Voprosy ginekologii, akusherstva i perinatologii*. 2016; 15 (2): 52–58. (In Russian)
29. Borsukov A.V., Morozova T.G., Kovalev A.V., Safonova M.A., Ivanov Yu.V., Kazakova O.P. Experience of implementation of recommendations for a standardized method kpressionnoy sonoelastography superficial organs and structure. *Medical Visualization*. 2014; 4: 122–131. (In Russian)
30. Rubtsova N.A., Novikova E.G., Sinitsyn V.E. The possibilities of magnetic resonance imaging in the assessment of regional lymph nodes in patients with cervical cancer and endometrium. *Medical Visualization*. 2012; 5: 63–72. (In Russian)
31. Tyutin L.A., Kostenikov N.A., Il'in N.V., Khodzhibekova M.M., Vinogradova Yu.N. Positron emission tomography with 18F-FDG in the complex radiation diagnosis of patients with malignant lymphomas. *STM*. 2011; 2: 120–126. (In Russian)
32. Letyagin A.Yu. High field magnetic resonance imaging pathological changes of lymph nodes. *Lučevaya diagnostika i terapiya*. 2011; 4 (2): 59–72. (In Russian)
33. Kotlyarov P.M., Primak N.V., Flerov K.E., Gombolevskiy V.A., Ochinikov V.I., Nudnov N.V. MSCT in the diagnosis of metastatic lymph nodes in colon cancer. *Medical Visualization*. 2013; 5: 93–101. (In Russian)
34. Khoruzhik S.A., Zhavdin E.A., Karman A.V. Capabilities of the diffusion-weighted magnetic resonance imaging and positron emission tomography in early prediction of the effectiveness of chemotherapy lymphomas. *Vsenatsional'naya akademiya nauk Belarussii*. 2014; 2: 107–120. (In Russian)
35. Stepanova Yu.A. Diagnostics not organ behind peritoneum tumours according to complex ultrasonography: Avtoref. diss. ... cand. of med. sci. M., 2002. 30 p. (In Russian)
36. Chissov V.I., Trofimova E.Yu. Ultrasound examination of lymph nodes in oncology. *Prakticheskoe rukovodstvo*. M.: Strom, 2003. 109 p. (In Russian)
37. Esen G. Ultrasound of superficial lymph nodes. *Eur. J. Radiol.* 2006; 58 (3): 345–359.
38. Trofimova E.Yu. Ultrasound examination of the lymph nodes. *SonoAce International*. 2008; 18: 59–64. (In Russian)
39. Letyagin A.Yu. Limfoadenopatic changes on magnetic resonance tomographs. *Meditsinskiy zhurnal Zapadnogo Kazakhstana*. 2012; 4 (36): 17–21. (In Russian)
40. Cheremisin V.M., Glushkov N.I., Pavelets K.V., Musukaev Kh.M., Chernykh D.A. The role of radiological methods in the selection of surgical treatment of patients with colorectal cancer. *Medical Visualization*. 2009; 5: 74–79. (In Russian)
41. Berezovskaya T.P., Nevol'skikh A.A., Berdov B.A., Kondrashova L.M., Gorban' N.A.. Possibilities of MRI in



- the diagnosis of metastatic involvement of regional lymph nodes in rectal cancer. *Koloproktologiya*. 2013; 3 (45): 3–9. (In Russian)
42. Usova A.V., Frolova I.G., Afanas'ev S.G., Tarasova A.S. Possibilities of MRI in the diagnosis and assessment of the effectiveness of treatment of colorectal cancer. *Sibirskiy onkologicheskij zhurnal*. 2012; 5 (53): 74–79. (In Russian)
  43. Efimova O.A., Safonova M.A., Ionov A.M. Search the optimal algorithm of radiation diagnosis of early ovarian cancer. *Acta Medica Eurasica*. 2017; 1: 37–47. (In Russian)
  44. Novitskiy A.V., Tyrenko V.V., Boykov I.V., Gornostaev D.A. The results of applying the combined and positron emission computed tomography in the staging of patients with malignant lymphomas. *Medline.ru. Rossiyskiy biomeditsinskiy zhurnal*. 2011; 12: 598–609. (In Russian)
  45. Hubner K.F., McDonald T.W., Niethammer J.G. Smith GT, Gould HR, Buonocore E. Assessment of primary and metastatic ovarian cancer by positron emission tomography (PET) using 2-[18F]deoxyglucose (2-[18F]FDG). *Gynecol. oncol.* 1993; 51 (2): 197–204.
  46. Chung Y.An., Kim S.H., Sohn H.S., Chung S.K., Rhim Ch.Ch., Namkoong S.E. Usefulness of lymphoscintigraphy and intraoperative gamma detection in the identification of sentinel nodes in cervical cancer. *Eur. J. Nucl. Med. Molec. Imaging*. 2003; 30: 1014–1017.
  47. Torizuka T., Kanno T.O., Futatsubashi M., Okada H., Yoshikawa E., Nakamura F., Takekuma M., Maeda M., Ouchi Y. Imaging of gynecologic tumors: comparison of (11)C-citoline PET with (18)F-FDG PET. *J. Nucl. Med.* 2003; 44 (7): 1051–1056.
  48. Efimova O.A. Complex radiation diagnosis of ovarian tumor formations in the preoperative stage. *Povolzhskiy onkologicheskij vestnik*. 2017; 3: 60–63. (In Russian)
  49. Letyagin A.Yu. Magnetic resonance imaging in lymphatic oncology: TNM-staging of cancer process and the analysis of the theory of "sentinel" lymph node. *Luchevaya diagnostika i terapiya*. 2012; 2: 8–19. (In Russian)
  50. Zinov'eva A.L., Kurtasnov R.S., Laryukov A.V. Application of ultrasound elastography in the differential diagnosis of lymph node. Tezisy 3-go S"ezda spetsialistov ul'trazvukovoy diagnostiki Privolzhskogo federal'nogo okruga. *Ultrasound & Functional Diagnostics*. 2014; 3: 116–117. (In Russian)
  51. Ternovoy S.K., Nasnikova I.Yu., Morozova S.P., Markina N.Yu., Alekseeva E.S. Radiodiagnostics malignant ovarian tumors. *Diagnosticheskaya intervensionnaya radiologiya*. 2008. 2 (4): 37–49. (In Russian)
  52. Andrew W. Bazemore, Douglas R. Smucker. Lymphadenopathy and Malignancy. *Am. Family Physician*. 2002; 11 (66): 2103–2110.
  53. Will O., Purkayastha S., Chan C., Athanasiou T., Darzi A.W., Gedroyc W., Tekkis P.P. Diagnostic precision of nanoparticle-enhanced MRI for lymph-node metastases: a meta-analysis. *Lancet Oncol.* 2006; 7: 52–60.
  54. Bellin M.-F., Lebleu L., Meric J.-B. Evaluation of retroperitoneal and pelvic lymph node metastases with MRI and MR lymphangiography. *Abdom. Imaging*. 2003; 28: 155–163.
  55. Khoruzhik S.A. Magnetic resonance imaging in medical practice. *Zdravookhranenie*. 2016; 8: 40–47. (In Russian)

Поступила в редакцию 29.22.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 29.22.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-109-117

## Выявление оккультного рака молочной железы методом автоматической объемной сонографии (ABVS)

Ефремова М.П.<sup>1,2</sup>, Гажонова В.Е.<sup>1,2\*</sup>, Бачурина Е.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ “Объединенная больница с поликлиникой” Управления делами Президента РФ, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента РФ, Москва, Россия

## Evaluation of Occult Breast Cancer with Automated Breast Volume Sonography (ABVS)

Efremova M.P.<sup>1,2</sup>, Gazhonova V.E.<sup>1,2\*</sup>, Bachurina E.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> “United Hospital and Polyclinic” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Postgraduate Professional Education “Educational and Research Medical Center” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow, Russia

Новый метод автоматической объемной сонографии (ABVS) открывает новые возможности для ранней диагностики оккультных форм рака молочной железы, не получающего отображение при маммографии за счет плотного железистого фона. Это обусловлено, прежде всего, возможностью оценивать орган в целом в 3D-формате с получением типичного для рака признака ретракции или тяжистости, высоким качеством цифрового изображения, технологиями, улучшающими визуализацию структур ретроареолярной зоны, возможностью работать с изображением на рабочей станции, в отсутствие пациентки, возможностью получения сопоставимых срезов и использования их для мониторинга патологических образований.

Представляем собственное клиническое наблюдение оккультного рака молочной железы у пациентки с плотным железистым фоном, демонстрирующее возможности методики автоматической объемной сонографии.

**Ключевые слова:** автоматическая объемная сонография, сонотомография, маммография, 2D-УЗИ, рак молочной железы.

**Ссылка для цитирования:** Ефремова М.П., Гажонова В.Е., Бачурина Е.М. Выявление оккультного рака молочной железы методом автоматической объемной сонографии (ABVS). *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 109–117.

DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-109-117.

\*\*\*

A new method of automatic breast volume ultrasonography (ABVS) brings out new possibilities for the evaluation of occult breast cancer, missed on X-ray mammography due to

dense breast glandular tissue. This is primarily due to the opportunity to assess the 3D format of whole breast by one scan with evaluation of a typical for malignancy spicularity or retraction phenomenon, high quality digital imaging technologies that enhance the visualization of retroareolar area, opportunity to work with the image on the working station, in the absence of the patient, the possibility of obtaining comparable scans and use them to monitor pathological formations.

We present our own clinical case of occult breast cancer in a patient with a dense glandular background, demonstrating the possibilities of automatic volume sonography.

**Key words:** automated breast volume sonography, sonotomography, mammography, 2D US, breast cancer.

**Recommended citation:** Efremova M.P., Gazhonova V.E., Bachurina E.M. Evaluation of Occult Breast Cancer with Automated Breast Volume Sonography (ABVS). *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 109–117. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-109-117.

\*\*\*

### Введение

Рак молочной железы (РМЖ) сохраняет лидирующие позиции среди онкологических заболеваний у женщин в РФ. Заболеваемость РМЖ на сегодняшний день составляет 20,4% от общей онкологической заболеваемости женского населения в РФ. Темпы роста заболеваемости также сохраняют высокое значение и составляют 4–7% в год по данным российской статистики и 1–2% по данным общемировой [1–3].



Принимая во внимание высокую социальную значимость РМЖ в современном обществе, не вызывает сомнения тот факт, что все усовершенствования и нововведения диагностических методов визуализации в первую очередь должны быть направлены на своевременное обнаружение РМЖ. Так как прогноз и исход заболевания напрямую зависят от стадии процесса, наиболее важна диагностика преинвазивных и малоинвазивных форм РМЖ. На сегодняшний день рентгеновская маммография (РМГ) является основным методом скрининга и ранней диагностики РМЖ. Чувствительность РМГ в выявлении рака высока у женщин с жировой инволюцией и значительно снижается до 48% при плотном железистом фоне. Ультразвуковой метод традиционно считается дополняющей скрининговой методикой, основным недостатком которого, несмотря на высокую чувствительность и специфичность, является субъективность и операторозависимость. Современная технология автоматической объемной сонографии (ABVS) – это стандартизированная воспроизводимая технология, и поэтому ее можно считать операторонезависимой в отличие от субъективного обычного ультразвукового исследования в двухмерном режиме. В связи с этим она может стать альтернативой двумерной технологии в маммологии. На основании проведенных исследований методика зарекомендовала себя как высокочувствительный метод в выявлении РМЖ [4]. Выявляемость объемных образований молочных желез, в том числе внутритротоковых, гораздо выше при использовании ABVS, чем традиционного ультразвука [5]. ABVS показывает обнадеживающие результаты в выявлении резидуальных опухолевых тканей после нерадикальных органосохраняющих операций, в выявлении оккультного рака

(при первичной диагностике регионарных или отдаленных метастазов), в оценке истинного размера опухоли (при рентгенологически плотной ткани, дольковой карциноме, при обширном внутритротоковом компоненте или DCIS, при подозрении на поражение прилегающих тканей и регионарных лимфатических узлов), в исследовании “ответа” опухоли на предоперационное лечение. Методика сонотографии (СТГ) может занять достойное место в качестве метода, выполняемого в межскрининговый период у женщин с плотным типом строения молочных желез, а также в качестве самостоятельного скринингового метода у молодых женщин (до 40 лет), у беременных и лактирующих. Она может быть использована для мониторинга размеров новообразований на этапах неоадьювантной химиотерапии или для объективного отслеживания динамики роста доброкачественных образований (кист, фиброаденом). Новизна и высокая информативность метода требуют его дальнейшего изучения в рамках практической медицины.

Представляем собственное **клиническое наблюдение** оккультного РМЖ у пациентки с плотным железистым фоном, демонстрирующее возможности методики ABVS.

Пациентка Б., 50 лет. Аменорея в течение 1,5 лет. В анамнезе у пациентки хирургическое лечение по поводу мастита левой молочной железы. При клиническом осмотре определялся рубец по ареоле левой молочной железы. Дополнительные образования не пальпировались.

Диагностический комплекс включал в себя: клиническое обследование, РМГ, традиционное ультразвуковое исследование, а также ABVS. Рентгенологическое исследование проводили на цифровом маммографе

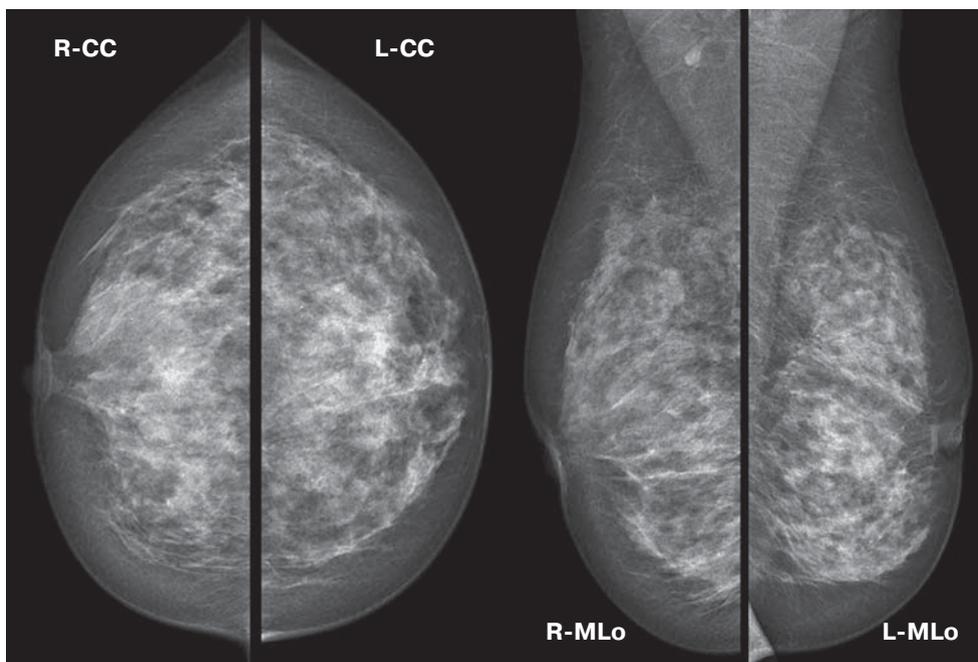
---

**Для корреспонденции\*:** Гажонова Вероника Евгеньевна – 121359 Россия, Москва, ул. Маршала Тимошенко, 17-2-244. Тел.: +7-499-147-83-41 (раб.). E-mail: vx969@yandex.ru

**Ефремова Мария Петровна** – врач ультразвуковой диагностики, врач-хирург ФГБУ “Объединенная больница с поликлиникой” Управления делами Президента РФ; заочный аспирант кафедры лучевой диагностики ФГБУ ДПО “Учебно-научный медицинский центр” Управления делами Президента РФ, Москва; **Гажонова Вероника Евгеньевна** – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБУ ДПО “Учебно-научный медицинский центр” Управления делами Президента РФ; заведующая кабинетом УЗ-ангиографии ФГБУ “Объединенная больница с поликлиникой” Управления делами Президента РФ, Москва; **Бачурина Елена Михайловна** – врач-рентгенолог ФГБУ “Объединенная больница с поликлиникой” Управления делами Президента РФ, Москва, Россия, врач-хирург ФГБУ “Объединенная больница с поликлиникой” Управления делами Президента РФ, Москва.

**Contact\*:** Veronika E. Gazonova – 121359 Russia, Moscow, Marshala Timoshenko str., 17-2-244. Phone: +7-499-147-83-41 (work). E-mail: vx969@yandex.ru

**Maria P. Efremova** – US-specialist, surgeon in outpatient surgery department of “United Hospital and Polyclinic” Management Department of the President of Russian Federation; Postgraduate traineeship of radiology department of Postgraduate Professional Education of “Educational and Research Medical Center” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow; **Veronika E. Gazonova** – doct. of med. sci., professor, professor of Radiology department of postgraduate professional education of “Educational and research medical center” management department of the President of Russian Federation; head of US-angiography of “United hospital and Polyclinic” management department of the President of Russian Federation, Moscow; **Elena M. Bachurina** – radiographer of X-ray department of “United Hospital and Polyclinic” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow.



**Рис. 1.** Рентгеновские маммограммы: сопоставление симметричных проекций обеих желез.

Mammomat 3000 фирмы Siemens, ультразвуковое исследование молочных желез и зон регионарного лимфооттока – на ультразвуковых аппаратах Hitachi Hi Vision Preirus (Hitachi, Япония), а также на сканере ACUSON S2000 (Siemens) с использованием мультислотных линейных датчиков. СТГ выполнялась на аппарате ACUSON S2000 (Siemens) с использованием приставки ABVS. Для оценки образований применяли систему BI-RADS, для определения рентгенологической плотности молочных желез – ACR. Образование было верифицировано морфологически.

**Профилактическая маммография.** В обеих молочных железах отмечалась хорошо сохранившаяся железистая ткань, 3-й тип строения молочных желез. В левой железе на границе верхних квадрантов ближе к грудной стенке был выявлен локальный участок фиброза, в ареолярной зоне – локальное уплотнение кожи в зоне рубца. В обеих молочных железах, больше слева, выявлялись множественные рассеянные микрокальцинаты. На границе верхних квадрантов правой молочной железы определялся участок уплотненной структуры без четких контуров размерами 1,3 × 1,0 см по типу узловой мастопатии. Отмечалось втяжение сосков. В аксиллярной зоне справа лимфатический узел обычной структуры.

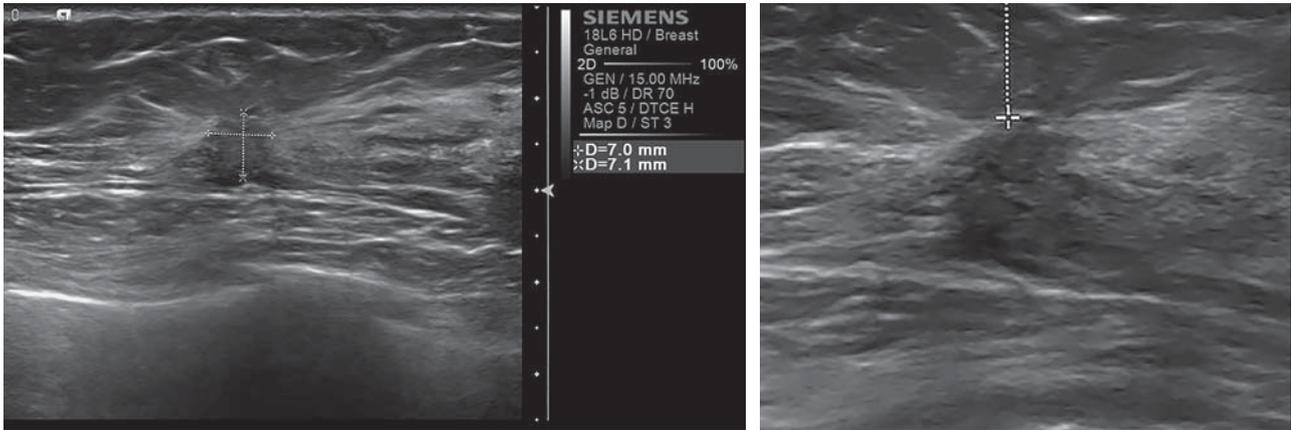
**Заключение:** рентгенологические признаки двусторонней диффузно-узловой фиброзно-кистозной мастопатии по типу склерозирующего аденоза, рубцовые изменения левой молочной железы, локальный участок фиброза левой молочной железы. BI-RADS 3 (рис. 1). Для уточнения состояния железистой ткани было рекомендовано проведение ультразвукового исследования.

**Стандартное двумерное ультразвуковое исследование.** В верхневнутреннем квадранте левой молочной железы на глубине 1,3 см от поверхности кожи было выявлено гипоэхогенное образование округлой формы с нечеткими неровными контурами размерами 0,7 × 0,7 см, неоднородной структуры, без выраженных дистальных акустических эффектов (рис. 2). С учетом наличия у пациентки операции в данной зоне в левой железе проводилась дифференцировка с послеоперационным рубцом.

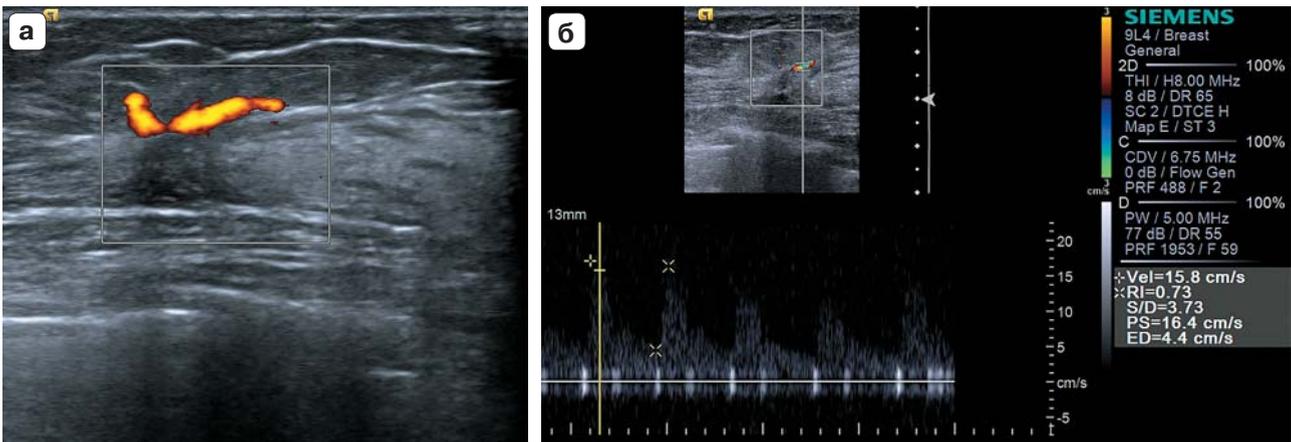
В подмышечных областях визуализировали неизменные лимфатические узлы размерами до 1,1 × 0,5 см. При ультразвуковой ангиографии (УЗА) кровотоков в них был не изменен.

При УЗА по периферии образования определялся сосуд с признаками деформации его хода. Внутри образования сосуды четко не лоцировались. В послеоперационном рубце, как правило, также могут отсутствовать сосуды, а проходящие сосуды рядом с областью рубца могут также деформировать свой ход. Поэтому данных доплеровской ангиографии было недостаточно для оценки характера образования. В режиме импульсно-волнового доплеровского исследования в выявленном сосуде определялся неизменный артериальный спектр кровотока.  $V_{\text{max сист.}} = 15,8$  см/с, IR – 0,73 – незначительно повышен (рис. 3).

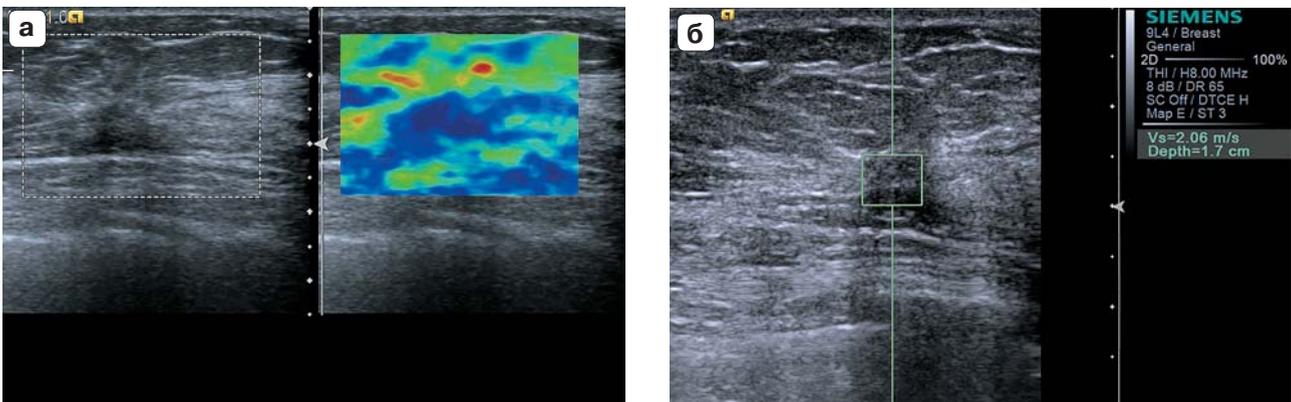
В режиме компрессионной эластографии описываемое образование, а также прилежащие к нему ткани картировались синим цветом, что соответствовало 5-му типу эластограммы и свидетельствовало о высокой жесткости. Аналогичные характеристики могут также



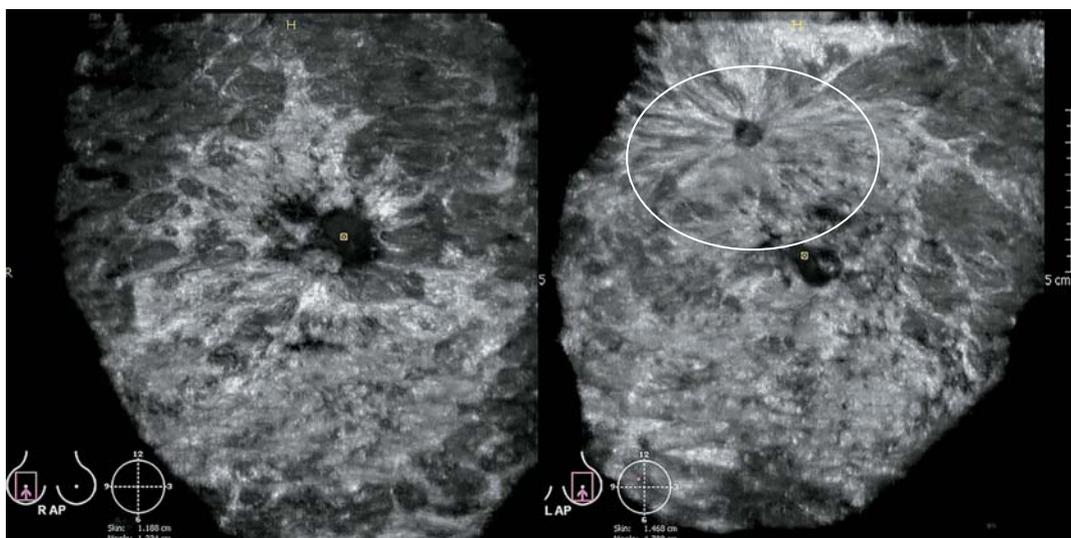
**Рис. 2.** Сонограммы левой молочной железы (гипоэхогенное образование 7 мм в диаметре). Хорошо сохранившаяся высокой эхогенности железистая ткань. Увеличенный фрагмент сонограммы с образованием.



**Рис. 3.** Сонограмма образования левой молочной железы в доплеровских режимах. а – энергетическое картирование; б – импульсно-волновое доплеровское исследование.



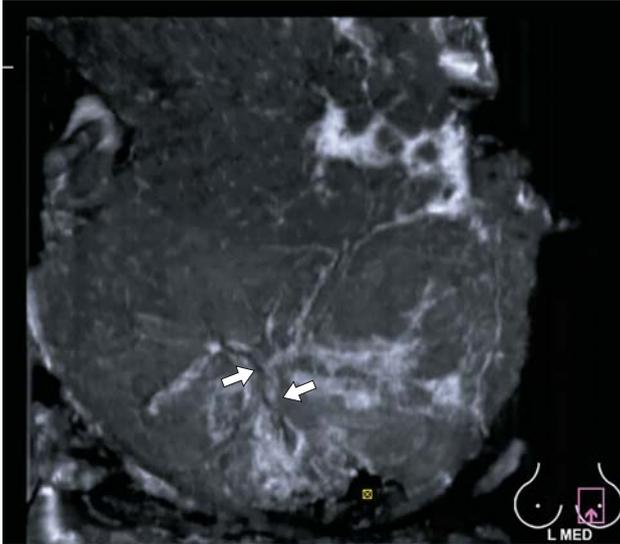
**Рис. 4.** Эластограммы образования левой молочной железы. а – картирование при компрессионной эластографии; б – ARFI-метод.



**Рис. 5.** ABVS, сонотограммы. Сопоставление фронтальных симметричных срезов правой и левой молочной железы. Образование левой молочной железы с выраженным симптомом ретракции окружающих тканей (обведено овалом). Соски правой и левой желез маркированы желтым квадратом. В нижней части каждого снимка представлена пиктограмма среза.



**Рис. 6.** Сонотограмма в режиме многоплоскостного изображения через фибroadеному правой молочной железы. В левой части рисунка (фронтальный срез) гипоехогенное образование с неровными контурами и тонкой гиперэхогенной капсулой, симптом ретракции окружающих тканей не определяется.



**Рис. 7.** Сонотомограмма (прямой верхний срез). Послеоперационный рубец представлен гипоэхогенной линией (обозначен стрелками). Сосок расположен в нижней части снимка и маркирован желтым квадратом. Внизу указана пиктограмма среза.

выявляться в зоне послеоперационных фиброзных изменений и в самом рубце. Зона высокой жесткости не превышала размеры самого образования. Количественная оценка тканевой эластичности при помощи эластометрии (ARFI-метод) показала, что скорость сдвиговой волны составила 2,0 м/с, более характерная для доброкачественных процессов (рис. 4).

Таким образом, по результатам проведенного комплексного ультразвукового исследования с применением дополнительных методик (УЗА и соноэластографии) образование левой молочной железы было отнесено к более высокой категории BI-RADS 4Б (средняя вероятность злокачественности). Пациенткам в этой категории необходима морфологическая верификация выявленных изменений. Пациентке проведена тонкоигольная аспирационная биопсия под ультразвуковым контролем, однако клетки рака выявлены не были. Пациентке было предложено дообследование методом ABVS.

Проведено **автоматическое объемное сонографическое исследование**, выполнено по 3 автоматических скана каждой молочной железы в различных плоскостях: 2 – переднезадних фронтальных скана (R+L), 2 медиолатеральных (R+L), 2 верхненижних (R+L). Общее время сканирования составило 20 мин. Исследования для анализа были отправлены на рабочую станцию. Послойный мультисрезовый анализ симметричных проекций показал, что выраженность железистой ткани: правой молочной железы составила около 50%, левой молочной железы – около 65% (3-й тип). В левой молочной железе с локализацией в верхневнутреннем квадранте на 11 часах условного циферблата

четко контурировало тяжистое гипоэхогенное образование размерами 0,8 × 0,7 × 1,0 см с эффектом выраженной лучистости во всех проекциях. Эти признаки характерны для образований высокой степени злокачественности – BI-RADS 5. Также на рабочей станции была определена локализация образования: 2,5 см от соска, на глубине 1,3 см от поверхности кожи (рис. 5).

При исследовании правой железы на границе верхних квадрантов выявлено гипоэхогенное овальной формы образование размерами 1,0 × 0,5 см с тонкой гиперэхогенной капсулой (фиброаденома) (рис. 6). В данном образовании отсутствовали признаки тяжистости, а гиперэхогенный ободок был характерен для доброкачественных образований.

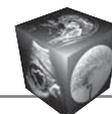
СТГ позволила визуализировать и оценить состояние послеоперационного рубца в верхненаружном квадранте левой молочной железы (рис. 7). Наиболее оптимальным для визуализации контуров и структуры рубца продемонстрировали верхненижние сканы при ABVS, получаемые по сходной технологии с прямыми снимками PMГ.

По результатам дообследования методом ABVS образование в левой молочной железе было отнесено к категории BI-RADS 5. Пациентке была произведена трепанбиопсия под ультразвуковым контролем, выявлен инфильтрирующий протоковый рак.

Больной выполнена радикальная резекция с подмышечной лимфаденэктомией слева. По данным гистологического исследования выявлен тубулярный рак I степени злокачественности, метастазы в 16 удаленных лимфатических узлах не обнаружены. При макроскопическом описании опухолевый узел размерами 1,0 × 0,5 × 0,7 см.

## Обсуждение

Известно, что высокая плотность железистой ткани является фактором риска развития РМЖ. У женщин с рентгенологически плотным железистым фоном рак груди возникает в 3–5 раз чаще, чем при фиброзно-жировой инволюции молочных желез. В силу того, что за последние 10 лет РМЖ существенно помолодел и возросла частота применения заместительной гормонотерапии, отдающей наступление фиброзно-жировой инволюции тканей молочных желез, поиск наиболее оптимального метода раннего выявления рака у женщин с плотным типом строения молочных желез не теряет своей актуальности. Применение маммографии у такой группы женщин малоинформативно, магнитно-резонансная томография с контрастным усилением в силу своей высокой стоимости и малой распространенности не может стать альтернативой рентгеновскому методу, в связи с этим современный метод автоматической объемной сонографии (СТГ) благодаря



отсутствию лучевой нагрузки, возможности полноразмерного захвата ткани молочной железы с последующей трехмерной реконструкцией и высокой воспроизводимостью потенциально может стать альтернативной методикой в скрининге РМЖ у молодых пациенток или у женщин с плотным железистым фоном. Тенденция к внедрению ABVS в качестве скринингового метода при исследовании молочных желез была продемонстрирована во многих европейских странах и Америке [6–9]. Опыт применения данной методики в силу малой распространенности невелик, однако первые результаты клинического применения этого метода показали обнадеживающие результаты [10–12]. Методика ABVS обладает высокой чувствительностью – 83–100%, как свидетельствуют многие публикации [6, 8, 9]. В то время как чувствительность маммографии снижается прямо пропорционально увеличению количества плотной железистой ткани, чувствительность СТГ не зависит от данного параметра и на фоне выраженной гиперэхогенной железистой ткани гипозоногенные опухоли молочной железы выявляются легче за счет лучшего контраста. Об этом мы уже упоминали в предыдущих статьях [4, 13, 14]. Метод СТГ обладает высокой чувствительностью и высокой специфичностью у пациенток с плотным железистым фоном, что позволяет не относить здоровых к категории больных. Чем выше специфичность метода, тем надежнее с его помощью подтверждается заболевание и тем, следовательно, он более эффективен. Вероятность пропуска раковой опухоли при этом методе очень низкая. Многие исследователи утверждают, что ни один из РМЖ не был пропущен, используя методику 3D-СТГ [15].

В настоящей работе, которая основана на демонстрации клинического случая, мы еще раз наглядно показали, как работает данная методика при высокоплотном типе строения молочных желез. Исходя из полученных данных, мы рекомендуем использовать методику 3D-ABVS в алгоритме инструментального обследования молочных желез у пациенток в период перименопаузы и постменопаузы с рентгенологически плотными молочными железами. СТГ продемонстрировала отличную выявляемость рака у женщины с плотным железистым фоном. Поэтому мы рекомендуем СТГ к применению на раннем этапе диагностического процесса, когда требуется выявить процесс или продолжить наблюдение.

### Заключение

При неоднозначных рентгенологических и сонографических проявлениях непальпируемого аваскулярного РМЖ у пациентки с плотным желе-

зистым фоном ABVS позволила уточнить характеристики образования левой молочной железы, провести дифференциальную диагностику, точно оценить размер и локализацию опухолевого узла за счет использования мультисрезового и мультипланарного режимов, визуализировать и оценить фиброаденому правой молочной железы, послеоперационный рубец.

### Список литературы

1. Аксель Е.М. Злокачественные новообразования молочной железы: состояние онкологической помощи, заболеваемость и смертность. *Маммология*. 2006; 1: 9–13.
2. Чиссов В.И., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2012 году (заболеваемость и смертность). М.: МНИОИ им. П.А. Герцена, 2012. 256 с.
3. Злокачественные новообразования в России (Заболеваемость и смертность): стат. сборник. МЗ РФ; Под ред. акад. РАМН Чиссова В.И. и др. М.: Центр информ. техн. и эпидемиол. исследований в области онкологии, 2012. 262 с.
4. Гажонова В.Е., Бачурина Е.М., Хлюстина Е.М., Кулешова Т.Н. Автоматическая сонотография молочных желез (3D ABVS). Часть 1. Интеграция УЗ-метода в радиологические стандарты томографии. *Поликлиника*. 2014; Спецвыпуск №3, “Лучевая диагностика”: 42–48.
5. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петров Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2013 году. М.: ФГБУ “МНИОИ им. П.А. Герцена” Минздрава России. 2014: 1–235.
6. Tozaki M., Isobe S., Yamaguchi M., Ogawa Y., Kohara M., Joo C., Fukuma E. Optimal scanning technique to cover the whole breast using an automated breast volume scanner. *Jpn J. Radiol.* 2010; 28: 325–328. DOI: 10.1007/s11604-010-0424-2.
7. Wojcinski S., Farrokh A., Hille U., Wiskirchen J., Gyapong S., Soliman A.A., Degenhardt F., Hillemanns P. The automated breast volume scanner (ABVS): initial experiences in lesion detection compared with conventional handheld B-mode ultrasound: a pilot study of 50 cases. *Int. J. Women’s Health*. 2011; 13: 337–346. DOI: 10.2147/IJWH.S23918.
8. Shin H.J., Kim H.H., Cha J.H., Park J.H., Lee K.E., Kim J.H. Automated ultrasound of the breast for diagnosis: interobserver agreement on lesion detection and characterization. *Am. J. Roentgenol.* 2011; 13 (3): 747–754. DOI: 10.2214/AJR.10.5841.
9. Golatta M., Franz D., Harcos A., Junkermann H., Rauch G., Scharf A., Schuetz F., Sohn C., Heil J. Interobserver reliability of automated breast volume scanner (ABVS) interpretation and agreement of ABVS findings with handheld breast ultrasound (HHUS), mammography and pathology results. *Eur. J. Radiol.* 2013; 13 (8): 332–336. DOI: 10.1016/j.ejrad.2013.03.005.
10. Wenkel E., Heckmann M., Heinrich M., Schwab S.A., Uder M., Schulz-Wendtland R., Bautz W.A., Janka R. Automated breast ultrasound: lesion detection and BI-RADS classification – a pilot study. *Rofo*. 2008; 180: 804–808. DOI: 10.1055/s-2008-1027563.



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
**ВИДАР**  
МЕДИЦИНСКАЯ  
ЛИТЕРАТУРА

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!

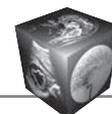
Контакты:

+7-495-768-0434; +7-495-589-8660

11. Berg W.A, Blume J.D., Cormack J.B., Mendelson E.B., Lehrer D., Böhm-Vélez M., Pisano E.D., Jong R.A., Evans W.P., Morton M.J., Mahoney M.C., Larsen L.H., Barr R.G., Farria D.M., Marques H.S., Boparai K. Combined Screening With Ultrasound and Mammography vs Mammography Alone in Women at Elevated Risk of Breast Cancer. *JAMA*. 2008; 299: 2151–2163. DOI: 10.1001/jama.299.18.2151.
12. Zhang J., Lai X.J., Zhu Q.L., Wang H.Y., Jiang Y.X., Liu H., Dai Q., You S.S., Xiao M.S., Sun Q. Interobserver agreement for sonograms of breast lesions obtained by an automated breast volume scanner. *Eur. J. Radiol.* 2012; 13 (9): 2179–2183. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.06.043.
13. Гажонова В.Е., Ефремова М.П., Хлюстина Е.М., Шатилова Е.В., Кулешова Т.Н., Лозоватор А.Л. Автоматическая сонотомография молочных желез (Automated Breast Volume Sonography) – новая методика диагностики рака. *Медицинская визуализация*. 2015; 2: 67–77.
14. Гажонова В.Е., Ефремова М.П., Дорохова Е.А. Возможности ультразвуковой томографии в прогнозировании течения рака молочной железы (РМЖ) – Молекулярная классификация РМЖ. *Поволжский онкологический вестник*. 2016, 2 (24): 26–32.
15. Якобс О.Э., Рожкова Н.И., Мазо М.Л., Микушин С.Ю. Опыт использования виртуальной сонотомографии молочной железы. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2014; 1: 23–32.

## References

1. Axel E.M. Malignant lesions of the breast: position of the oncological department, incidence and death rates. *Mammology*. 2006; 1: 9–13. (In Russian)
2. Chisov V.I., Starinsky V.V., Petrova G.V. Malignant lesions in Russian Federation (incidence and death rates). M.: MNI OI P.A. Gertsena, 2012. 262 p. (In Russian)
3. Malignant lesions in Russian Federation in 2012 (incidence and death rates) ): stat. compilation. MZRF. Ed. acad. RAMS V.I. Chisov et al. M.: Center of information technical and epidemiological research in oncology 2012. 256 p. (In Russian)
4. Gazonova V.Ye., Bachurina E.M., Khlyustina E.M., Kuleshova T.N. Automated breast sonotomography (3D ABVS). Part 1. Integration of the US-method in radiological standards of tomography. *Policlinic*. 2014; Special Issue No. 3, "Radiology": 42–48. (In Russian)
5. Kaprin A, Starinsky V, Petrov G. Update of the oncological help for Russian people in 2013. M.: "MNI OI Hertzén P.A." Minzdrav of Russia, 2014: 1–235. (In Russian)
6. Tozaki M., Isobe S., Yamaguchi M., Ogawa Y., Kohara M., Joo C., Fukuma E. Optimal scanning technique to cover the whole breast using an automated breast volume scanner. *Jpn J. Radiol.* 2010; 28: 325–328. DOI: 10.1007/s11604-010-0424-2.
7. Wojcinski S., Farrokh A., Hille U., Wiskirchen J., Gyapong S., Soliman A.A., Degenhardt F., Hillemanns P. The automated breast volume scanner (ABVS): initial experiences in lesion detection compared with conventional handheld B-mode ultrasound: a pilot study of 50 cases. *Int. J. Women's Health*. 2011; 13: 337–346. DOI: 10.2147/IJWH.S23918.
8. Shin H.J., Kim H.H., Cha J.H., Park J.H., Lee K.E., Kim J.H. Automated ultrasound of the breast for diagnosis: interobserver agreement on lesion detection and charac-



- terization. *Am. J. Roentgenol.* 2011; 13 (3): 747–754. DOI: 10.2214/AJR.10.5841.
9. Golatta M., Franz D., Harcos A., Junkermann H., Rauch G., Scharf A., Schuetz F., Sohn C., Heil J. Interobserver reliability of automated breast volume scanner (ABVS) interpretation and agreement of ABVS findings with hand held breast ultrasound (HHUS), mammography and pathology results. *Eur. J. Radiol.* 2013; 13 (8): 332–336. DOI: 10.1016/j.ejrad.2013.03.005.
  10. Wenkel E., Heckmann M., Heinrich M., Schwab S.A., Uder M., Schulz-Wendtland R., Bautz W.A., Janka R. Automated breast ultrasound: lesion detection and BI-RADS classification – a pilot study. *Rofo.* 2008; 180: 804–808. DOI: 10.1055/s-2008-1027563.
  11. Berg W.A, Blume J.D., Cormack J.B., Mendelson E.B., Lehrer D., Böhm-Vélez M., Pisano E.D., Jong R.A., Evans W.P., Morton M.J., Mahoney M.C., Larsen L.H., Barr R.G., Farria D.M., Marques H.S., Boparai K. Combined Screening With Ultrasound and Mammography vs Mammography Alone in Women at Elevated Risk of Breast Cancer. *JAMA.* 2008; 299: 2151–2163. DOI: 10.1001/jama.299.18.2151.
  12. Zhang J., Lai X.J., Zhu Q.L., Wang H.Y., Jiang Y.X., Liu H., Dai Q., You S.S., Xiao M.S., Sun Q. Interobserver agreement for sonograms of breast lesions obtained by an automated breast volume scanner. *Eur. J. Radiol.* 2012; 13 (9): 2179–2183. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.06.043.
  13. Gazhonova V.E., Efremova M.P., Khlustina E.M., Shatilova E.V., Kuleshova T.N., Lozovator A.L. Automated Breast Volume Sonography – new method of cancer diagnosis. *Medical Visualization.* 2015; 2: 67–77. (In Russian)
  14. Gazhonova V., Efremova M., Dorokhova E. Possibilities of ultrasound tomography in prognosis of breast cancer disease – molecular classification BC. *Povolzhsky vestnik of oncology.* 2016; 2 (24): 26–32. (In Russian)
  15. Yakobs O.E., Rozhkova N.I., Mazo M.L. et al. Practical use of virtual sonography of the breast. *Vestnik roentgenology and radiology.* 2014; 1: 23–32. (In Russian)

Поступила в редакцию 18.12.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 18.12.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-118-129

## Неионные низкоосмолярные мономерные йодированные рентгеноконтрастные средства: некоторые аспекты использования при проведении компьютерной томографии у детей

Кондрашов И.А.<sup>1, 2\*</sup>, Мандал В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> СПб ГБУЗ «Детская городская клиническая больница № 5 им. Н.Ф. Филатова», Санкт-Петербург, Россия

## Nonionic Low-Osmolar Monomeric Iodinated Contrast Material: Some Aspects of use for Computed Tomography in Children

Kondrashov I.A.<sup>1, 2\*</sup>, Mandal V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> «I.I. Mechnikov North-Western State Medical University», Saint-Petersburg, Russia

<sup>2</sup> N.F. Filatov Children City Clinical Hospital №5, Saint-Petersburg, Russia

На сегодняшний день йодсодержащие рентгеноконтрастные средства все чаще используются при проведении компьютерной томографии у детей и подростков. Группа неионных мономеров занимает особое место среди современных рентгеноконтрастных средств. Низкая осмолярность и вязкость, электрическая нейтральность и наибольшее содержание йода этих препаратов обеспечивают наилучшую диагностическую эффективность при минимальном риске побочных реакций. Однако ряд анатомо-физиологических особенностей растущего детского организма требует дополнительного внимания и осторожности при проведении диагностических мероприятий с применением данной группы контрастного вещества. В настоящей статье представлен краткий обзор литературы за последние годы, посвященный практическим аспектам использования неионных низкоосмолярных йодсодержащих контрастных веществ при проведении компьютерно-томографических диагностических исследований среди детского населения.

**Ключевые слова:** йодсодержащие рентгеноконтрастные средства, компьютерная томография у детей.

**Ссылка для цитирования:** Кондрашов И.А., Мандал В. Неионные низкоосмолярные мономерные йодированные рентгеноконтрастные средства: некоторые аспекты использования при проведении компьютерной

томографии у детей. *Медицинская визуализация.* 2017; 21 (6): 118–129.

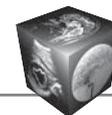
DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-118-129.

\*\*\*

Iodine containing contrast media are used much frequently now-a-days for computed tomography examinations in children. The group of non-ionic monomers occupies a special place among modern contrast agents. Low osmolarity and viscosity, electrical neutrality and the highest iodine content of these contrast materials provide the best diagnostic efficacy with minimum risk of adverse reactions. However, characteristic anatomic and physiological aspects of a growing child's body require additional attention and care during diagnostic procedures with use of such contrast agents. This article presents concise literature review of recent years highlighting practical aspects of nonionic low-osmolar iodinated contrast material use for computed tomography assisted diagnostic examinations in child population.

**Key words:** iodinated contrast material, computed tomography in children.

**Recommended citation:** Kondrashov I.A., Mandal V. Nonionic Low-Osmolar Monomeric Iodinated Contrast Material: Some Aspects of use for Computed Tomography in Children. *Medical Visualization.* 2017; 21 (6): 118–129. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-118-129.



## Введение

В настоящее время компьютерная томография (КТ) является одним из наиболее распространенных методов лучевой диагностики в педиатрической практике, позволяющих получать медицинские диагностические изображения различных органов и систем неинвазивным путем. Дополнительное использование рентгеноконтрастных средств (РКС) многократно расширяет возможности КТ, позволяя более эффективно визуализировать структурные, функциональные и патологические изменения органов и тканей. Однако ряд анатомо-физиологических особенностей растущего детского организма требует дополнительного внимания и осторожности при проведении контрастно-диагностических мероприятий среди детского населения разных возрастов.

С 80-х годов прошлого века все шире используются неионные низкоосмолярные йодсодержащие контрастные вещества при проведении КТ. Многочисленные научные работы зарубежных и отечественных авторов посвящены изучению характеристики и сравнительной оценке эффективности различных препаратов данной группы РКС [1–4]. Как правило, подавляющее большинство из них обосновывают свои данные на опыте проведения диагностических исследований среди взрослого населения или смешанной популяции. Информационный материал, исключительно посвященный аспектам рационального применения неионных низкоосмолярных контрастных веществ при проведении КТ у детей, встречается относительно в небольшом количестве [5, 6].

## Цель исследования

Краткий обзор и анализ литературы, посвященной практическим аспектам внутрисосудистого использования контрастных средств при компьютерно-томографических диагностических исследованиях среди детского населения, основанный на общедоступных российских и международных научно-информационных источниках последних лет.

## Материал и методы

Предметом нашего обзора являлись 27 англоязычных и 23 русскоязычные научные статьи и информационные сообщения, опубликованные за период 2007–2017 гг. в периодических журналах по специальностям “Педиатрия” и “Лучевая диагностика”. Основные источники получения изучаемого материала составили: известные зарубежные (PubMed-Medline, WebofScience, EMBASE) и отечественные (РИНЦ, medlinks.ru) медицинские поисковые порталы; научный фонд электронных библиотек (onlinelibrary.wiley.com, medicallibrary-online.com, e-library.ru); справочные и архивные данные, размещенные на сайтах соответствующих журналов; материал зарубежных и отечественных руководств по контрастным средствам.

## Результаты и их обсуждение

Анализ собранного нами материала отражает то, что в целом неионные низкоосмолярные мономерные йодсодержащие РКС одобрены к использованию при рентгенодиагностических процедурах, в том числе и при проведении КТ среди детского населения в рамках общепринятых показаний и противопоказаний для этой группы препаратов. Однако с учетом особенностей строения детского организма имеются некоторые важные меры предосторожности и ограничения к применению данной группы препаратов в диагностических целях, особенно при КТ с болюсным контрастированием [5].

В основном авторы уделяют большое внимание вопросам безопасности применения неионных низкоосмолярных йодсодержащих контрастных веществ в детской практике, в частности разновидностям и частоте возникновения побочных реакций при введении контрастных препаратов на основе йода, а также методам профилактики и устранения неблагоприятных реакций. В руководстве Европейского общества урогенитальной радиологии (ESURV-9.0, 2016) изложена классификация побочных реакций, возникающих при ис-

---

**Для корреспонденции\***: Кондрашов Игорь Анатольевич – 192289 Санкт-Петербург, ул. Бухарестская, 134, ДГКБ № 5 им. Н.Ф. Филатова. Тел.: +7-812-778-84-44. E-mail: kigan7@hotmail.ru

**Кондрашов Игорь Анатольевич** – канд. мед. наук, заведующий отделением лучевой диагностики СПб ГБУЗ “Детская городская клиническая больница № 5 им. Н.Ф. Филатова”; доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова” МЗ РФ, Санкт-Петербург; **Мандал Вайшали** – канд. мед. наук, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики СПб ГБУЗ “Детская городская клиническая больница № 5 им. Н.Ф. Филатова”, Санкт-Петербург.

**Contact\***: Igor A. Kondrashov – 192289 Saint-Petersburg, Bukharestskaia str., 134, N.F. Filatov Children City Clinical Hospital №5. Phone +7-812-778-84-44. E-mail: kigan7@hotmail.ru

**Igor A. Kondrashov** – cand. of med. sci., chief of the department of Diagnostic Imaging of N.F. Filatov Children City Clinical Hospital № 5; assistant professor at the department of Diagnostic Imaging of “I.I. Mechnikov North-Western State Medical University”, Saint-Petersburg; **V. Mandal** – cand. of med. sci., radiologist at the department of Diagnostic Imaging of N.F. Filatov Children City Clinical Hospital № 5, Saint-Petersburg.



пользовании рентгеноконтрастных веществ. По критериям ESUR различают острые (проявляются непосредственно в течение 60 мин после введения препарата) и отсроченные (могут проявиться через 60 мин или в течение 7 дней после введения) побочные реакции. По механизму возникновения неблагоприятные реакции делятся на реакции анафилактического (не зависят от дозы) и неанафилактического характера (дозозависимые). Последние по своей природе могут быть: нефротоксические, кардиотоксические, нейротоксические, сосудисто-вегетативные и идиопатические. По степени тяжести все реакции разделены на 3 группы: легкая степень (тошнота, легкая рвота, сыпь, зуд); умеренная степень (тяжелая рвота, выраженная сыпь, крапивница, бронхоспазм, отек лица/гортани, вагусные сосудистые реакции) и тяжелая степень (гипотензивный шок, остановка дыхания, остановка сердечной деятельности, судороги). Среди факторов риска возникновения побочных реакций на введение РКС перечислены: бронхиальная астма, аллергические реакции в анамнезе средней и тяжелой степени, заболевания сердца, тяжелые заболевания печени, серповидно-клеточная анемия, феохромоцитомы, тяжелый гипертиреоз. К факторам риска развития контраст-индуцированной нефропатии относятся нозологические формы и состояния, приводящие к нарушению функции почек, сопровождающиеся повышением уровня креатинина в плазме крови, такие как диабетическая нефропатия, обезвоживание, хроническая сердечная недостаточность, острый инфаркт миокарда, тяжелая артериальная гипертензия, прием нефротоксических лекарственных препаратов, острая или хроническая почечная недостаточность, применение контрастного препарата чаще одного раза в течение 72 ч [1, 3].

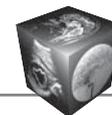
В разделе “Контрастные средства для детей” руководства Американского колледжа радиологии (ACRV-10.3, 2017) содержатся самые последние обновления, касающиеся основных физических свойств, побочных реакций, возможных нефротоксических воздействий контрастных препаратов, используемых в сфере лучевой диагностики у детей. По данным, представленным в педиатрической секции руководства ACR (обновление 2014 г.), группа современных РКС с показателями низкой вязкости и осмолярности, но высокой гидрофильности в целом не имеет абсолютных противопоказаний к применению. Тем не менее существует ряд рекомендаций по их использованию среди детей грудного и младшего возраста [4].

В научно-аналитических трудах отечественных авторов подробно описаны аспекты безопасного применения современных йодированных РКС не

с точки зрения общих рекомендаций ведущих зарубежных обществ, а с учетом возраста, массы тела, клиники и особенностей организма индивидуального пациента. По мнению некоторых авторов, безопасность любого вида РКС определяется множественными факторами, такими как растворимость, осмолярность, вязкость, ионность, концентрация активного вещества и степень взаимодействия с биологическими структурами, количество вводимого объема, способ и скорость введения, каждый из которых может являться причиной возникновения побочных реакций как самостоятельно, так и в совокупности. Авторами отмечено, что при выполнении КТ-исследований с болюсным введением неионных низкоосмолярных йодсодержащих контрастных средств среди детского населения достигается достаточно четкая визуализация анатомических структур интересующей зоны при отсутствии побочных реакций. Результаты изучения влияния данной группы РКС на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ЭКГ, поликардиография, периферическая реовазография), а также на осмолярность крови, ее реологические показатели (агрегация эритроцитов, ригидность их мембран, кессоновская вязкость) и биохимические параметры, характеризующие функцию печени и почек, свидетельствуют о преимуществах этой группы препаратов в аспекте снижения риска проведения искусственного контрастирования [7, 8].

Рядом авторов отмечено, что осмолярность (количество растворенных частиц на 1 кг раствора) йодсодержащих контрастных веществ является фактором, напрямую влияющим на механизм перераспределения внеклеточной жидкости и регуляции тонуса сосудистого русла, что в результате может вызывать осмозависимые реакции в детском организме, особенно у детей грудного возраста. Вязкость (внутреннее трение слоев жидкости) – важное свойство контрастных средств, оказывающее влияние на сопротивление потока крови в магистральных сосудах и скорости кровотока в капиллярном русле. Высокая вязкость контрастного материала отрицательно влияет на микроциркуляцию, вызывая тканевую гипоксию [9].

J.M. Seong и соавт. [10] на основе сравнения 7 разных йодсодержащих контрастных веществ между собой, включая йоверсол (Оптирей), в том числе и по параметрам осмолярности и вязкости, среди популяции 6524 пациентов вычислили, что частота неблагоприятных осмозависимых реакций с использованием низко- или изоосмолярных контрастных препаратов у детей в возрасте 0–9 лет составила 0,3%, а в возрастном диапазоне 10–19 лет – 0,9%.



М. George и соавт. в итоге изучения осмоляльности сыворотки крови у пациентов (в возрасте 10–18 лет), проходивших КТ органов брюшной полости с контрастным усилением, предположили, что внутривенное введение йодсодержащего контраста может повысить уровень осмоляльности сыворотки крови с последующим образованием так называемого феномена осмоляльного “пробела”. Однако в результате тщательной корреляции данных авторы пришли к выводу, что пациенты, у которых после проведения КТ с контрастом был обнаружен осмоляльный “пробел”, должны подвергаться дальнейшему обследованию для поиска этиологии этого процесса, так как использование контрастного препарата (йоверсол 320) в стандартных дозах не вызывало значительного повышения уровня осмоляльности сыворотки и не допускало образования осмоляльного “пробела” подряд у всех исследуемых [11].

M.S. Davenport и соавт. отмечают, что при введении рентгеноконтрастного препарата с высокой вязкостью важным является соблюдение обратного пропорционального вязкости температурного режима, и считают оптимальным введение подобных контрастных веществ при температуре 37 °С, что значительно уменьшает риск экстравазации. Его клинические испытания также доказали, что в результате внутривенного введения йодсодержащего контраста, нагретого до температуры тела пациента, возникает меньшее количество побочных реакций, чем при введении его комнатной температуры [12].

J.R. Dillman и соавт. на основе 11 000 исследований с внутривенным введением неионного низкоосмоляльного йодсодержащего контрастного вещества среди детей и новорожденных зафиксировали проявления аллергоподобных реакций с частотой лишь 0,18% [13]. Изучение M.J. Callahan и соавт. [6, 14], проведенное в рамках популяции городского детского стационара, оценивает тяжесть побочных реакций и частоту их возникновения у детей (средний возраст  $9,5 \pm 5,9$  года). Среди 12 494 пациентов, проходивших КТ и/или экскреторную урографию с применением контрастного вещества йоверсола (Оптирей), реакция I типа (легкой степени) была замечена в 0,38% случаев (1 эпизод на 250 пациентов), а реакция II типа (умеренной степени) наблюдалась в 0,08% случаев (1 эпизод на 1000 пациентов). Реакций III типа (тяжелой степени) среди исследуемых установлено не было. Средний возраст пациентов, у которых были отмечены побочные реакции, составлял  $12,9 \pm 4,3$  года. Значимой связи между возрастом пациентов и частотой неблагоприятных реакций на контраст не наблюдалось. Таким обра-

зом, авторы пришли к выводам, что побочные реакции на внутрисосудистое введение контрастного вещества йоверсола (Оптирей) среди детей возникают редко, по тяжести являются реакциями легкой степени и проявляются чаще с увеличением возраста ребенка.

К.Т. Вае и соавт. оценили диагностическую эффективность йодсодержащего контрастного препарата (концентрация йода 350 мг/мл) среди 87 детей (средний возраст 12,1 года) и пришли к выводу, что в среднем введение контрастного вещества из расчета 1,5 мл/кг массы тела обеспечивает желаемый диагностический результат при МСКТ органов брюшной полости. Авторы подтверждают, что необходимое количество йодсодержащего контрастного материала зависит не от возраста, а от массы тела ребенка, поэтому при проведении КТ у детей рекомендуется оптимальная концентрация йода в выбранном контрастном веществе в диапазоне 320–350 мг/мл [15].

По мнению С.К. Rigsby и соавт. [16], L.F. Donnelly и соавт. [17] при обследовании детей в возрасте до года необходим тщательный подбор диаметра ангиокатетеров, позволяющих максимально адаптировать объем и скорость введения контрастного материала в соответствии с его вязкостью. Болюсное внутривенное введение значимых объемов йодсодержащего контрастного вещества создает повышенное инъекционное и внутрисосудистое давление с последующим риском экстравазации и травм сосудистых стенок.

M.D. Cohen документирует 0,3% случаев экстравазации среди 554 обследованных детей при введении йодсодержащего контраста в объеме 1,5–2,0 мл/кг массы тела со скоростью 1,5 мл/с. Эпизоды таких непосредственных физиологических реакций, как чувство жара или тошноты у детей при внутривенном введении йодсодержащих контрастных препаратов отмечаются относительно редко, но при их возникновении могут являться причинами беспокойства пациентов и вынуждают к повторному исследованию с дополнительным применением контраста [18].

Наше изучение опубликованного материала по йодсодержащим контрастным препаратам показало, что среди всех дозозависимых побочных реакций удельный вес имеют сообщения о нефротоксических воздействиях контрастных веществ, особенно в группе детей малого возраста. По мнению ряда авторов, ключевую роль в развитии случаев нефропатии у детей играет токсичность молекулы йодсодержащего контрастного препарата со способностью потенциально воздействовать на белковый состав плазмы, межклеточной жидко-



сти, клеточной мембраны и внутриклеточной структуры. Лабораторными испытаниями доказано, что среди йодсодержащих контрастов димеры обладают наиболее высоким цитотоксическим эффектом, особенно при воздействии на клетки почечных канальцев, что способствует развитию острой нефропатии [19, 20].

Вопросы контраст-индуцированной нефропатии (КИН) и контраст-индуцированного острого поражения почек (КИОПП) активно обсуждаются зарубежными [21–23] и отечественными [24–26] авторами, особенно когда это касается пациентов группы риска с уже существующими заболеваниями почек и нефроурологическими аномалиями. В группу риска включены недоношенные, новорожденные и дети младенческого возраста, так как возрастные особенности физиологии у таких детей характеризуются нестабильностью гомеостатической функции почек.

Концентрация креатинина в сыворотке является важным показателем оценки почечной функции. M.S. Davenport и соавт. в своем исследовании сообщают, что пациенты со стабильным уровнем креатинина в сыворотке крови (<1,5 мг) не подвергаются рискам развития КИН или КИОПП при КТ с использованием низкоосмолярного йодсодержащего контрастного препарата. Однако уровень креатинина в сыворотке является очень вариabельной единицей в детском организме, зависит от множества факторов, включая пол, возраст, мышечную массу, степень физической активности ребенка, и не может достоверно отразить почечную функцию [27].

Н.Л. Шимановский в аналитической статье, посвященной проблеме безопасности применения современных йодированных органических РКС, обсуждает недостатки использования суррогатного параметра – концентрации сывороточного креатинина – для оценки нефротоксичности РКС. С точки зрения современной патофизиологии более точными показателями функции почек являются не уровень, а клиренс креатинина, а также удельный вес мочи и концентрации в ней электролитов, которые отражают важнейшую концентрирующую функцию почек. Однако в практике обычно ориентируются на уровень сывороточного креатинина, что отражает ошибочное представление о действии РКС на функцию почек. Автор сообщает, что в новых рекомендациях ESUR также подчеркивается возможность получения ложноположительных результатов на основе повышения сывороточного креатинина после применения РКС, если нет двух или более определений функции почек по скорости клубочковой фильтрации (СКФ) [28].

Для оценки почечной функции у детей рекомендуется расчет СКФ по формуле Шварца [29, 30]:

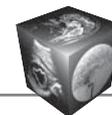
$$\text{СКФ} = k \cdot L / \text{PCr},$$

где  $k$  – коэффициент (=0,41),  $L$  – длина тела (в см),  $\text{Cr}$  – креатинин плазмы (в мкмоль/л).

Работа Е.Н. Цыгиной и соавт. об изучении СКФ на фоне внутривенного введения йодсодержащего контрастного препарата у 60 детей (в возрасте 3–17 лет) показала, что, несмотря на отсутствие достоверности различий в целом, снижение этого показателя наблюдается в основном у детей с исходно сниженной СКФ. Это полностью соответствует представлениям о повышенном риске развития КИН и/или КИОПП у лиц с хронической болезнью почек. Данная группа должна выделяться на этапе планирования исследований с контрастным усилением, следует всеми силами стараться найти альтернативные варианты диагностики, не связанные с внутривенным введением йодсодержащих контрастов. На основе полученных результатов авторы подтверждают клиническую безопасность использования неионных низко- и изоосмолярных йодсодержащих контрастных веществ у детей, а также отсутствие выраженного снижения почечных функций, развития почечной недостаточности или КИН, клинически значимых отклонений в кислотно-основном и электролитном составе плазмы детского организма [31].

T. Gomi и соавт. сравнили токсические действия 5 разных низкоосмолярных йодсодержащих контрастных препаратов, включая йоверсол, между собой и пришли к выводу, что частота КИОПП у больных сравнительно ниже при использовании йопамидола, йогексола и йоверсола [32]. В некоторых сообщениях изложено, что назначение блокаторов кальциевых каналов – допамина и N-ацетилцистеина снижает частоту КИН [33]. И.Е. Смирнов и соавт. наблюдали, что в группе из 22 детей с различными вариантами обструктивных и необструктивных нефропатий при применении за 2–5 дней до проведения рентгеноконтрастных исследований цитофлавина не было замечено снижения СКФ и электролитных расстройств [34].

По мнению Е.В. Захаркина [35], И. Марана [36] и О.Ю. Миронова [37], КИН и КИОПП серьезные, но потенциально предотвратимые осложнения, которые развиваются при применении йодсодержащих контрастных веществ. Доказано, что частота КИН прямо пропорциональна количеству предшествующих факторов риска, таких как наличие почечной недостаточности, ранний возраст и дегидратация. Крайне важно идентифицировать



пациентов группы высокого риска с помощью опроса, изучения истории болезни, измерения сывороточного креатинина до введения контрастного вещества. Также, по возможности, до введения контрастного вещества должна быть выполнена оценка СКФ. Для профилактики развития КИН дети должны быть в достаточной мере гидратированы физраствором в дозе 1 мл/кг массы тела в час в течение 6 ч до исследования и после него (приемлемо также и пероральное введение). Поскольку нефротоксический эффект дозозависим, рекомендованы использование минимально возможной его дозы и выбор подходящего по концентрации йода контраста. С целью предотвращения возможных побочных реакций, включая нефротоксические, на внутривенное введение контраста у детей рекомендуется обильная гидратация организма, премедикация из комбинации кортикостероидных и антигистаминных препаратов, преимущественно среди популяции, находящейся в группе риска. Однако данная схема медикаментозной профилактики не исключает идиопатического возникновения аллергических реакции [38].

А.Т. Trout и соавт. по результатам опроса членов общества заведующих радиологическими отделениями детских госпиталей (SCORCH) об использовании йодсодержащих контрастных препаратов в детской популяции пришли к заключению, что при введении йодсодержащих контрастных веществ значительно распространена практика применения премедикации для снижения риска аллергоподобных реакций (71%). В большинстве учреждений или выполняют премедикацию, или избегают применения контрастных средств при наличии данных о предшествующих аллергоподобных реакциях любой степени тяжести [39].

Достоверные сведения о регистрации других дозозависимых реакций (кардиотоксические, нейротоксические, связанные с форменными элементами крови) при использовании контрастных средств среди детского населения авторами не документируются [40, 41]. М. Andreucci и соавт. [42] сообщают, что было проведено лишь несколько исследований о возможной связи между введением йодированного контрастного вещества и последующими функциональными нарушениями щитовидной железы. Научно-клиническая работа С.М. Rhee и соавт. [43] продемонстрировала значительную связь между использованием йодированного контрастного вещества и последующим развитием случаев гипертиреоза. Однако авторами не было обнаружено никакой ассоциации между контрастным воздействием и дисфункцией щитовидной железы по типу гипотиреоза. Научно-

исследовательские работы M.L. Barr и соавт. [44] на основе наблюдения 69 детей в возрасте до 18 лет установили достоверную связь между применением йодсодержащих РКС и нарушением функции щитовидной железы. Они пришли к выводу, что у детей значительно выше риск развития гипотиреоза в течение года после проведения диагностических исследований с использованием йодсодержащих контрастных препаратов.

В своих трудах отечественные авторы подробно анализируют аспекты безопасного применения йодсодержащих контрастных средств среди детского населения с целью поиска наиболее оптимального подхода к их использованию при мульти-спиральной компьютерной томографии различных органов и систем. Основываясь на опыте применения Ультрависта в Республиканской детской клинической больнице у более чем 6000 пациентов детского возраста (от 2 нед до 15 лет), авторы утверждают, что контрастирование с помощью препаратов группы неионного низкоосмолярного йодсодержащего РКС следует считать надежным, высокоэффективным и безопасным методом визуализации сердечно-сосудистой патологии, мальформаций, опухолей, пороков развития и других заболеваний. Но иногда, особенно при наличии факторов риска (предшествующие аллергические реакции на РКС или другие лекарственные препараты, бронхиальная астма, заболевания сердца, наличие онкопатологии, гиповолемия, почечная недостаточность, сахарный диабет, аутоиммунные заболевания), РКС могут вызывать побочные реакции разной степени тяжести [45].

Анализируя множественные зарубежные источники, Г.Г. Кармазановский сообщает о существовании йоверсола (Оптирей) в группе неионных низкоосмолярных мономерных РКС с 1989 г. На основе сравнительной оценки низкоосмолярных и изоосмолярных препаратов было установлено, что побочные реакции (развитие нефропатии) на йодиксанол были отмечены у 18,2% из 22 пациентов, а на йоверсол у 14,6% из 41 пациента. Таким образом, хотя статистических различий между контрастными средствами не было, йоверсол по крайней мере так же хорошо зарекомендовал себя в отношении частоты развития контрастной нефропатии, как и йодиксанол [46]. По мнению автора, данные о сравнительных исследованиях с включением в группу низкоосмолярных контрастных веществ йоверсола или непосредственного его сравнения с изоосмолярным препаратом йодиксанолом свидетельствуют о высокой клинико-диагностической эффективности йоверсола и повышенном интересе исследователей и врачей-практиков к его свойствам при кон-

# OptiRAY®

## Оптирей (йоверсол)



### ОПТИМАЛЬНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, комфорт пациента и клиническая уверенность<sup>1-3</sup>

ОПТИР-01-18 РЕКЛАМА

**Guerbet** |   
Contrast for Life

 **Р-ФАРМ**  
Инновационные  
технологии  
здоровья

#### Краткая инструкция по препарату Оптирей

Регистрационный номер: П N 014828/01

Торговое название: Оптирей

Международное непатентованное название: Йоверсол

Показания к применению: Оптирей применяют у взрослых в качестве рентгеноконтрастного средства для проведения рентгенологических исследований: ангиография; венография; внутривенная урография; КТ. Оптирей 300 мг йода/мл можно применять у детей для проведения ангиографии, а также для внутривенной урографии. **Противопоказания:** Интратекальное введение препарата, гиперчувствительность к йодсодержащим препаратам; тиреотоксикоз; декомпенсированная почечная и/или печеночная недостаточность; тяжелые нарушения ССС; эпилепсия; множественная миелома. С **осторожностью:** Особую осторожность следует соблюдать при: почечной и/или печеночной недостаточности; недостаточности ССС; эмфиземе легких; выраженном атеросклерозе сосудов головного мозга; декомпенсированном сахарном диабете; скрытом гипертиреозе; узловом зобе легкой и средней степени тяжести; у больных с серповидно-клеточной анемией; феохромоцитомой. **Побочные реакции:** Побочные реакции от легких до умеренно выраженных наблюдаются у 1.1% пациентов. Очень редко (<1/10.000) развиваются серьезные побочные, угрожающие жизни реакции. В ходе применения препарата, были зафиксированы побочные реакции: чувство жара (более 10%), боль в месте инъекции (от 1% до 10%), тошнота (0.4%), крапивница (0.3%) и рвота (0.1%). Все другие симптомы встречались менее, чем у 0.1% пациентов.

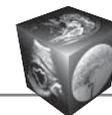
Данный материал является специализированным материалом, предназначенным исключительно для медицинских работников, не является инструкцией по медицинскому применению лекарственного препарата и ни в коей мере ее не заменяет. Перед применением следует обязательно ознакомиться с инструкцией по медицинскому применению препарата.

В случае развития нежелательных явлений, пожалуйста сообщите о них 000 «фармрег.ру» 115477, Россия, г. Москва, ул. Кантемировская, д. 58. Тел/Факс: +7 (499) 940-10-93 Тел: +7 (800) 555-40-83

Литература: 1. Gomi T. et al. Eur.Radiol., 2010;20:1631 – 1635. /Гоми Т. и др. Европейский журнал радиологии 2010;20:1631 – 1635

2. Wilkins R.A. et al., Safety and pharmacokinetics of ioversol in healthy volunteers. Invest.Radiol.,1989;24:781-788/Вилкинс Р.А. и др. Исслед. Рад., 1989;24:781-788

3. Ralston W. et al. The acute and subacute toxicity of ioversol in laboratory animals. Invest.Radiol., 1989;24:S2-S9/Ралстон В. и др. Исслед. Рад. 1989;24:S2-S9.



трастировании сосудов и тканей и воздействии на органы и системы организма [47].

О.И. Ивахненко и соавт. в клинико-экономическом анализе сравнили затраты на применение трех неионных низкоосмолярных йодсодержащих РКС: йогексола, йопромида и йоверсола с точки зрения вероятности развития КИН и ассоциированных с ней осложнений. Авторы пришли к выводу, что за счет большей вероятности возникновения КИН и связанных с ней осложнений прямые медицинские затраты при использовании препарата йогексола выше, чем при использовании йоверсола (Оптирей), что позволяет сделать вывод об экономической целесообразности использования последнего. Изучение экономического аспекта применения йоверсола в предзаполненных шприцах (ПЗШ) по сравнению с йоверсолом во флаконах при проведении КТ показало уменьшение затрат на расходные материалы (колбы и магистраль). Кроме того, применение йоверсола в ПЗШ позволяет увеличить суммарное количество исследований за счет сокращения общего времени на выполнение КТ с контрастным усилением. Помимо ускорения самой процедуры болюсного введения контрастного вещества резко снижается вероятность бактериального и пирогенного загрязнения шприца или контрастного вещества [48].

В рамках рутинной работы отделения лучевой диагностики Детской многопрофильной клинической больницы им. Н.Ф. Филатова в период 2012–2014 гг. мы использовали [49, 50] контрастный препарат группы неионных низкоосмолярных йодсодержащих РКС – йоверсол (Оптирей) для проведения КТ 1800 детей и подростков. Детям в возрасте от 1 мес до 17 лет были проведены КТ-исследования центральной нервной системы, органов грудной клетки, брюшной полости и малого таза, костно-мышечной системы, были выполнены ангиография и урография. Контрастное усиление достигалось внутривенным введением йоверсола (Оптирей) в концентрации 300–320 мг йода/мл из расчета 2 мл/кг массы тела при скорости 1,5–2,0 мл/с. За период работы нежелательные реакции вследствие введения данного неионного низкоосмолярного йодсодержащего контрастного препарата наблюдались в 0,44% случаев (легкой степени 0,33%, умеренной степени 0,11%). Четкая высококонтрастная визуализация патологических изменений и сосудистых структур интересующей зоны была получена в 98% случаев в условиях превосходной местной, сердечно-сосудистой, неврологической и почечной толерантности среди детского населения разного возраста.

## Выводы

1. Отечественными и зарубежными специалистами одобряется использование неионных низкоосмолярных йодсодержащих контрастных веществ в рентгенодиагностических процедурах, в том числе и при всех видах КТ-исследований с учетом ряда анатомо-физиологических особенностей детского организма.

2. Основные различия применения йодсодержащего контрастного препарата среди детского населения связаны с используемым количеством контрастного вещества соответственно небольшой массе тела ребенка и незрелой почечной функции.

3. Контрастные препараты группы неионных низкоосмолярных мономерных йодсодержащих средств, прошедшие жесткие лабораторные и клинические испытания, обладающие физиологической осмолярностью и вязкостью, минимально влияющие на капиллярный кровоток, электрофизиологические процессы и эндотелиальную функцию, рекомендуются в рутинной педиатрической практике.

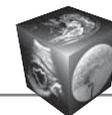
4. Результаты многочисленных экспериментальных и клинических исследований подтверждают безопасность и надежность использования контрастного вещества йоверсола (Оптирей) из группы неионных низкоосмолярных мономерных йодсодержащих рентгеноконтрастных средств с целью проведения КТ у детей при условиях применения его в соответствии с инструкциями.

## Список литературы

1. Шимановский Н.Л. Контрастные средства: Руководство по рациональному применению. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 464 с.
2. Roh S., Laroia A., Practicing safe use of nonionic, low-osmolarity iodinated contrast. *Appl. Radiol.* 2015; 44 (7): 16–19.
3. ESUR Contrast media Guideline version 9.0, 2016 [Электронный ресурс] URL: <http://www.esur.org/esur-guidelines/> (дата обращения 26.10.2017).
4. ACR manual on contrast media, version 10.3 American College of Radiology. 2017: 50–57. [Электронный ресурс] URL: <http://www.acr.org/quality-safety/resources/contrast-manual> (дата обращения 27.10.2017).
5. Карташова О.М., Гек Е.В., Карташов М.В. Компьютерная томография с болюсным контрастированием у детей. *Медицинская визуализация.* 2010; 5: 132–139.
6. Callahan M.J., Servaes S., Lee E.Y., Towbin A.J., Westra S.J., Frush D.P. Practice Patterns for the Use of Iodinated IV Contrast Media for Pediatric CT Studies: A Survey of the Society for Pediatric Radiology. *Am. J. Roentgenol.* 2014; 202: 872–879. DOI: 10.2214/AJR.13.11106.
7. Поляев Ю.А., Шимановский Н.Л. Безопасность современных йодированных контрастных средств. *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2010; 4: 48–56.



8. Шимановский Н.Л., Наполов Ю.К., Коробкова И.З. К вопросу о возможности развития анафилактических/анафилактоидных реакций при использовании йодированных рентгеноконтрастных средств. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2012; 5: 52–59.
9. Аникин А.В., Кузнецова Г.В., Степанченко А.П. Аспекты безопасности применения контрастно-диагностических средств у детей. *Вопросы диагностики в педиатрии*. 2009; 1: 62–65.
10. Seong J.M., Choi N. K., Lee J., Chang Y., Kim Y.J., Yang B.R., Jin X.M, Kim J.Y., Park B.J. Comparison of the Safety of Seven Iodinated Contrast Media. *J. Korean Med. Sci.* 2013; 28 (12): 1703–1710. DOI: 10.3346/jkms.2013.28.12.1703.
11. George M., Shannon M. Intravenous contrast agents and associated changes in serum osmolality. *Pediatr. Emerg. Care.* 2009; 25 (9): 555–557. DOI: 10.1097/PES.0b013e3181b5b8ce.
12. Davenport M.S., Wang C.L., Bashir M.R., Neville A.M., Paulson E.K. Rate of contrast material extravasations and allergic like reactions: effect of extrinsic warming of low-osmolality iodinated CT contrast material to 37 degrees C. *Radiology*. 2012; 262: 475–484. DOI: 10.1148/radiol.11111282.
13. Dillman J.R. Update on Contrast Material Use in Children. 2013 [Электронный ресурс] URL: <http://www.pedrad.org/portals/5/events/2013/dillmancontrast.pdf> (дата обращения 31.10.2017 г.).
14. Callahan M.J., Zurakowski D., Taylor G.A. Nonionic iodinated intravenous contrast material-related reactions: incidence in large urban children's hospital-retrospective analysis of data in 12,494 patients. *Radiology*. 2009; 250 (3): 674–681. DOI: 10.1148/radiol.2503071577.
15. Bae K.T., Shah A.J., Shang S.S., Chang J.H., Kanematsu M., Hildebolt C.F. Aortic and hepatic contrast enhancement with abdominal 64-MDCT in pediatric patients: effect of body weight and iodine dose. *Am. J. Roentgenol.* 2008; 191: 1589–1594. DOI: 10.2214/AJR.07.3576.
16. Rigsby C.K., Gasber E., Seshadri R., Sullivan C., Wyers M., Ben-Ami T. Safety and efficacy of pressure-limited power injection of iodinated contrast medium through central lines in children. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 188: 726–732. DOI: 10.2214/AJR.06.0104.
17. Donnelly L.F., Dickerson J., Racadio J.M. Is hand injection of central venous catheters for contrast enhanced CT safe in children? *Am. J. Roentgenol.* 2007; 189: 1530–1532. DOI: 10.2214/AJR.07.2274.
18. Cohen M.D. Safe use of imaging contrast agents in children. *J. Am. Coll. Radiol.* 2009; 6 (8): 576–581. DOI: 10.1016/j.jacr.2009.04.003.
19. Brasch R.C. Contrast media toxicity in children. *Pediatr. Radiol.* 2008; 38 (Suppl. 2): S281–S284. DOI: 10.1007/s00247-008-0773-5.
20. Sorantin E., Weissensteiner S., Hasenburger G., Riccabona M. CT in children – dose protection and general considerations when planning a CT in a child. *Eur. J. Radiol.* 2013; 82(7): 1043–1049. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.11.041.
21. Karcaaltincaba M., Oguz B., Haliloglu M. Current status of contrast-induced nephropathy and nephrogenic systemic fibrosis in children. *Pediatr. Radiol.* 2009; 39 (3): S382–S384. DOI: 10.1007/s00247-009-1236-3.
22. Zo'o M., Hoermann M., Balassy C. Renal safety in pediatric imaging: randomized, double-blind phase IV clinical trial of iobitridol 300 versus iodixanol 270 in multidetector CT. *Pediatr. Radiol.* 2011; 41: 1393–1400. DOI: 10.1007%2Fs00247-011-2164-6.
23. Mruk B. Renal Safety of Iodinated Contrast Media Depending on Their Osmolarity – Current Outlooks. *Pol. J. Radiol.* 2016. 81: 157–165. DOI: 10.12659%2FPJR.895406.
24. Зеленов М.А. Оценка риска и предупреждение контраст-индуцированной нефропатии при рентгеноконтрастных исследованиях. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2007; 1 (2): 80–84.
25. Воробьева Л.Е., Кустова О.В., Методика проведения мультиспиральной компьютерной томографии и ее возможности в диагностике аномалий почек и мочеточников у детей. *Вопросы диагностики в педиатрии*. 2009; 1 (5): 20–25.
26. Цыгина Е.Н., Дворяковский И.В., Цыгин А.Н. Визуализационные исследования почек и мочевых путей в педиатрии. *Медицинская визуализация*. 2009; 2: 123–130.
27. Davenport M.S., Dillman J.R., Cohan R.H. Contrast material-induced nephrotoxicity and intravenous low-osmolality iodinated contrast material. *Radiology*. 2013; 267 (1): 94–105. DOI: 10.1148/radiol.12121394.
28. Шимановский Н.Л. Безопасность йодсодержащих рентгеноконтрастных средств в свете новых рекомендаций международных ассоциаций экспертов и клиницистов. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2012; 2 (1): 12–19.
29. Schwartz G.J., Muñoz A., Schneider M.F., Mak R.H., Kaskel F., Warady B.A., Furth S.L. New equations to estimate GFR in children with CKD. *J. Am. Soc. Nephrol.* 2009; 20 (3): 629–637. DOI 10.1681/ASN.2008030287.
30. Delanghe J.R. How to estimate GFR in children. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2009; 24 (3): 714–716. DOI: 10.1681/ASN.2008030287.
31. Цыгина Е.Н., Кучеренко А.Г., Задкова Г.Ф., Смирнов И.Е., Куприянова О.О., Сорокина Т.Е., Лукина О.Ф., Баканов М.И., Курлова А.В., Цыгин А.Н. Влияние рентгеноконтрастных средств на функцию почек и показатели гомеостаза у детей с нефропатиями. *Медицинская визуализация*. 2010; 2: 109–114.
32. Gomi T., Nagamoto M., Hasegawa M., Katoh A., Sugiyama M., Murata N., Kunihiro T., Kohda E. Are there any differences in acute adverse reactions among five low-osmol non-ionic iodinated contrast media? *Eur. Radiol.* 2010; 20(7):1631–1635. DOI: 10.1007/s00330-009-1698-6.
33. Rose T.A. Jr., Choi J.W. Intravenous Imaging Contrast Media Complications: The Basics That Every Clinician Needs to Know. *Am. J. Med.* 2015; 128 (9): 943–949. DOI: 10.1016/j.amjmed.2015.02.018.
34. Смирнов И.Е., Цыгина Е.Н., Кучеренко А.Г., Задкова Г.Ф., Лукина О.Ф., Куприянова О.О., Сорокина Т.Е., Баканов М.И., Зоркин С.Н., Яцык С.П., Цыгин А.Н. Исследование безопасности неионных рентгеноконтрастных средств и их влияния на функциональные и метаболические показатели у детей с нефропатиями. *Педиатрическая фармакология*. 2010; 7 (2): 78–82.
35. Захаркина Е.В. Влияние рентгеноконтрастных препаратов на функцию почек при пиелонефрите у детей. *Педиатрия*. 2008; 87 (3): 27–31.
36. Марана И. Современный взгляд на вопросы профилактики контрастиндуцированной нефропатии. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2012; 2: 61–65.



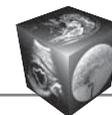
37. Миронова О.Ю. Индуцированная контрастными веществами нефропатия. *Терапевтический архив*. 2013; 6: 90–95.
38. Фоминых В.П., Финешин И.Н., Шариков П.В. Рентгеноконтрастные препараты. Взгляд реаниматолога. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2012; 2 (1): 35–43.
39. Trout A.T., Dillman J.R., Ellis J.H., Cohan R.H., Strouse P.J. Patterns of intravenous contrast material use and corticosteroid premedication in children – a survey of Society of Chairs of Radiology in Children's Hospitals (SCORCH) member institutions. *Pediatr. Radiol.* 2011; 41 (10): 1272–1283. DOI: 10.1007/s00247-011-2112-5.
40. Котляров П.М., Бурнашкина С.П., Шимановский Н.Л. Мультиспиральная компьютерная томография с болюсным усилением Ультравистом в детской урологии. *Лучевая диагностика и терапия*. 2013; 4 (4): 101–109.
41. Петрайкин А.В., Разумовский А.Ю., Ублинский М.В., Сиденко А.В., Гурьяков С.Ю., Горохов Д.В. Мультиспиральная компьютерная томография с контрастным усилением в диагностике хирургических заболеваний органов грудной полости у детей. *Детская хирургия*. 2013; 4: 9–15.
42. Andreucci M., Solomon R., Tasanarong A. Side Effects of Radiographic Contrast Media: Pathogenesis, Risk Factors, and Prevention. *BioMed Research International*. 2014. [Электронный ресурс] URL: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/741018/>. (дата обращения 31.10.2017 г.)
43. Rhee C. M., Bhan I., Alexander E. K., Brunelli E. K. Association between iodinated contrast media exposure and incident hyperthyroidism and hypothyroidism. *Arch. Internal Med.* 2012; 172 (2): 153–159. DOI: 10.1001/archinternmed.2011.677.
44. Barr M.L., Chiu H.K., Li N., Yeh M.W., Rhee C.M., Casillas J., Iskander P.J., Leung A.M. Thyroid Dysfunction in Children Exposed to Iodinated Contrast Media. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2016; 101 (6): 2366–2370. DOI: 10.1210/jc.2016-1330.
45. Алиханов А.А., Гушин И.С., Шимановский Н.Л. Клинический опыт и фармакологические обоснования безопасности применения йопромида (Ультрависта). *Медицинская визуализация*. 2013; 1: 122–129.
46. Кармазановский Г.Г. “Старое” неионное рентгеноконтрастное вещество иоверсол – “новый игрок” на российском рынке контрастных средств. *Медицинская визуализация*. 2007; 2: 135–139.
47. Кармазановский Г.Г. Контрастные средства для современной МСКТ: йоверсол – пути оптимизации использования и достижения максимального контрастного усиления. *Медицинская визуализация*. 2014; 6: 108–118.
48. Ивахненко О.И., Хачатрян Г.Р., Авксентьева М.В., Реброва О.Ю., Мюллер-Йорк А. Клинико-экономический анализ применения йоверсола при диагностических обследованиях с контрастным усилением. *Медицинские технологии. Оценка и выбор*. 2013; 4: 47–57.
49. Кондрашов И.А., Мандал В., Разыграева Е.А., Хамченко Т.А. Возможности КТ-энтерографии в оценке степени распространенности и тяжести воспалительных заболеваний кишечника у детей. *Невский радиологический форум – сборник научных работ*; Под ред. В.Е. Савелло. СПб.: ЭЛБИ-СПБ, 2015: 338–340.
50. Кондрашов И.А., Мандал В., Кондрашов И.И., Разыграева Е.А., Хамченко Т.А. Рациональный подход к нейровизуализации инсультов у детей и подростков в стационаре скорой медицинской помощи. *Невский радиологический форум – сборник научных работ*; Под ред. В.Е. Савелло. СПб.: ЭЛБИ-СПБ, 2015: 340–342.

## References

1. Shimanovsky N.L. *Kontrastniye Sredstva: Rukovodstvo po Ratsionalnomu Primeneniyu* (Contrast Materials: Guideline for rational use). M.: GEOTAR-Media. 2012. 464 p. (In Russian)
2. Roh S., Laroia A., Practicing safe use of nonionic, low-osmolality iodinated contrast. *Appl. Radiol.* 2015; 44 (7): 16–19.
3. ESUR Contrast media Guideline version 9.0, 2016 [Electronic source] URL: <http://www.esur.org/esur-guidelines/> (reviewed on 26.10.2017).
4. ACR manual on contrast media, version 10.3. American College of Radiology. 2017: 50-57. [Electronic source] URL: <http://www.acr.org/quality-safety/resources/contrast-manual> (reviewed on 27.10.2017).
5. Kartashova O.M., Gek E.V., Kartashov M.V. Computed Tomography with Bolus Contrast Enhancement in Childhood. *Medical Visualization*. 2010; 5: 132–139. (In Russian)
6. Callahan M.J., Servaes S., Lee E.Y., Towbin A.J., Westra S.J., Frush D.P. Practice Patterns for the Use of Iodinated IV Contrast Media for Pediatric CT Studies: A Survey of the Society for Pediatric Radiology. *Am. J. Roentgenol.* 2014; 202: 872–879. DOI: 10.2214/AJR.13.11106.
7. Polyayev Yu.A., Shimanovsky N.L. Safety of the currently available iodinated contrast agents. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii*. 2010; 4: 48–56. (In Russian).
8. Shimanovsky N.L., Napolov Yu.K., Korobkova I.Z. On the possible development of anaphylactic/anaphylactoid reactions from the use of iodinated radiopaque agents. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii*. 2012; 5: 52–59. (In Russian)
9. Anikin A.V., Kuznetsova G.V., Stepanchenko A.P. Safety Aspects of Using Contrast-Diagnostic Agents for Children. *Voprosy Diagnostiki v Peditrii*. 2009; 1: 62–65. (In Russian)
10. Seong J.M., Choi N. K., Lee J., Chang Y., Kim Y.J., Yang B.R., Jin X.M., Kim J.Y., Park B.J. Comparison of the Safety of Seven Iodinated Contrast Media. *J. Korean Med. Sci.* 2013; 28 (12): 1703–1710. DOI: 10.3346/jkms.2013.28.12.1703.
11. George M., Shannon M. Intravenous contrast agents and associated changes in serum osmolality. *Pediatr. Emerg. Care*. 2009; 25 (9): 555–557. DOI: 10.1097/PEC.0b013e3181b5b8ce.
12. Davenport M.S., Wang C.L., Bashir M.R., Neville A.M., Paulson E.K. Rate of contrast material extravasations and allergic like reactions: effect of extrinsic warming of low-osmolality iodinated CT contrast material to 37 degrees C. *Radiology*. 2012; 262: 475–484. DOI: 10.1148/radiol.11111282.
13. Dillman J.R. Update on Contrast Material Use in Children. 2013 [Electronic source] URL: <http://www.pedrad.org/portals/5/events/2013/dillmancontrast.pdf> (reviewed on 31.10.2017).
14. Callahan M.J., Zurakowski D., Taylor G.A. Nonionic iodinated intravenous contrast material-related reactions: incidence in large urban children's hospital-retrospective



- analysis of data in 12,494 patients. *Radiology*. 2009; 250 (3): 674–681. DOI: 10.1148/radiol.2503071577.
15. Bae K.T., Shah A.J., Shang S.S., Chang J.H., Kanematsu M., Hildebolt C.F. Aortic and hepatic contrast enhancement with abdominal 64-MDCT in pediatric patients: effect of body weight and iodine dose. *Am. J. Roentgenol*. 2008; 191: 1589–1594. DOI: 10.2214/AJR.07.3576.
  16. Rigsby C.K., Gasber E., Seshadri R., Sullivan C., Wyers M., Ben-Ami T. Safety and efficacy of pressure-limited power injection of iodinated contrast medium through central lines in children. *Am. J. Roentgenol*. 2007; 188: 726–732. DOI: 10.2214/AJR.06.0104.
  17. Donnelly L.F., Dickerson J., Racadio J.M. Is hand injection of central venous catheters for contrast enhanced CT safe in children? *Am. J. Roentgenol*. 2007; 189: 1530–1532. DOI: 10.2214/AJR.07.2274.
  18. Cohen M.D. Safe use of imaging contrast agents in children. *J. Am. Coll. Radiol*. 2009; 6 (8): 576–581. DOI: 10.1016/j.jacr.2009.04.003.
  19. Brasch R.C. Contrast media toxicity in children. *Pediatr. Radiol*. 2008; 38 (Suppl. 2): S281–S284. DOI: 10.1007/s00247-008-0773-5.
  20. Sorantin E., Weissensteiner S., Hasenburger G., Riccabona M. CT in children – dose protection and general considerations when planning a CT in a child. *Eur. J. Radiol*. 2013; 82 (7): 1043–1049. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.11.041.
  21. Karcaaltincaba M., Oguz B., Haliloglu M. Current status of contrast-induced nephropathy and nephrogenic systemic fibrosis in children. *Pediatr. Radiol*. 2009; 39 (3): 382–S384. DOI: 10.1007/s00247-009-1236-3.
  22. Zo'o M., Hoermann M., Balassy C. Renal safety in pediatric imaging: randomized, double-blind phase IV clinical trial of iobitridol 300 versus iodixanol 270 in multidetector CT. *Pediatr. Radiol*. 2011; 41: 1393–1400. DOI: 10.1007/2Fs00247-011-2164-6.
  23. Mruk B. Renal Safety of Iodinated Contrast Media Depending on Their Osmolarity – Current Outlooks. *Pol. J. Radiol*. 2016. 81:157–165. DOI 10.12659/2FPJR.895406.
  24. Zelenov M.A. Risk assessment and prevention of contrast-induced nephropathy in radiocontrast-enhanced examinations. *Diagnosticheskaya i intervensionnaya radiologiya*. 2007; 1 (2): 80–84. (In Russian)
  25. Vorobyeva L.E., Kusstova O.V. Methodology of multi-slice computer tomography and its capability in diagnosing anomalies of kidneys and ureters in children. *Voprosy diagnostiki v pediatrii*. 2009; 1 (5): 20–25. (In Russian)
  26. Tsygina E.N., Dvoryakovskiy I.V., Tsygin A.N. Imaging Kidneys and Urinary Tract in Pediatrics. *Medical Visualization*. 2009; 2: 123–130. (In Russian)
  27. Davenport M.S., Dillman J.R., Cohan R.H. Contrast material-induced nephrotoxicity and intravenous low-osmolality iodinated contrast material. *Radiology*. 2013; 267 (1): 94–105. DOI: 10.1148/radiol.12121394.
  28. Shimanovskii N.L. Safety of current iodine roentgen contrast media with a glance of update guidelines of international experts and clinicians associations. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2012; 2 (1): 12–19. (In Russian)
  29. Schwartz G.J., Muñoz A., Schneider M.F., Mak R.H., Kaskel F., Warady B.A., Furth S.L. New equations to estimate GFR in children with CKD. *J. Am. Soc. Nephrol*. 2009; 20 (3): 629–637. DOI: 10.1681/ASN.2008030287.
  30. Delanghe J.R. How to estimate GFR in children. *Nephrol. Dial. Transplant*. 2009; 24 (3): 714–716. DOI: 10.1681/ASN.2008030287.
  31. Tsygina E.N., Kucherenko A.G., Zadkova G.F., Smirnov I.E., Kupriyanova O.O., Sorokina T.E., Lukina O.F., Bakanov M.I., Kurlova A.V., Tsygin A.N. Impact of Contrast Media on Renal Function and Homeostasis in Children with Nephropathies. *Medical Visualization*. 2010; 2: 109–114. (In Russian)
  32. Gomi T., Nagamoto M., Hasegawa M., Katoh A., Sugiyama M., Murata N., Kunihiro T., Kohda E. Are there any differences in acute adverse reactions among five low-osmolar non-ionic iodinated contrast media? *Eur. Radiol*. 2010; 20 (7): 1631–1635. DOI: 10.1007/s00330-009-1698-6.
  33. Rose T.A. Jr., Choi J.W. Intravenous Imaging Contrast Media Complications: The Basics That Every Clinician Needs to Know. *Am. J. Med*. 2015; 128 (9): 943–949. DOI: 10.1016/j.amjmed.2015.02.018.
  34. Smirnov I.E., Tsygina E.N., Kucherenko A.G., Zadkova G.F., Lukina O.F., Kupriyanova O.O., Sorokina T.E., Bakanov M.I., Zorkin S.N., Yatsyk S.P., Tsygin A.N., Studies of safety and functional and metabolic effects of non-ionic contrast media in children with nephropathies. *Pediatricheskaya Farmakologiya*. 2010; 7 (2): 78–82. (In Russian)
  35. Zaharkina E.V. The influence of x-ray contrast preparations on kidney function in children suffering from pyelonephritis. *Pediatriya*. 2008; 87 (3): 27–31. (In Russian)
  36. Marana I. Current view of the prevention of contrast-induced nephropathy. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii*. 2012; 2: 61–65. (In Russian)
  37. Mironova O.Yu. Contrast Media Induced Nephropathy. *Terapevticheskyyi Arkhiv*. 2013; 6: 90–95. (In Russian)
  38. Fominyh V.P., Fineshin I.N., Sharikov P.V. Roentgen Contrast Media. View of Resuscitator. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2012; 2 (1): 35–43. (In Russian)
  39. Trout A.T., Dillman J.R., Ellis J.H., Cohan R.H., Strouse P.J. Patterns of intravenous contrast material use and corticosteroid premedication in children – a survey of Society of Chairs of Radiology in Children's Hospitals (SCORCH) member institutions. *Pediatr. Radiol*. 2011; 41 (10): 1272–1283. DOI: 10.1007/s00247-011-2112-5.
  40. Kotlyarov P.M., Burnashkina S.P., Shimanovski N.L. Multispiral Computer Tomographies with Ultravist Bolus Enhancement in Pediatric Urology. *Luchevaya Diagnostika i Terapiya*. 2013; 4(4): 101–109. (In Russian)
  41. Petryajkin A.V., Razumovskiy A.Yu., Ublinskij M.V., Sidenko A.V., Guryakov S.Yu., Gorokhov D.V. Multislice computed tomography with contrast enhancement in the diagnosis of surgical diseases of the thoracic cavity in children. *Detskaya Khirurgiya*. 2013; 4: 9–15. (In Russian)
  42. Andreucci M., Solomon R., Tasanarong A. Side Effects of Radiographic Contrast Media: Pathogenesis, Risk Factors, and Prevention. *BioMed Research International*. 2014. [Electronic source] URL: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/741018/> (reviewed on 31.10.2017).
  43. Rhee C.M., Bhan I., Alexander E.K., Brunelli E.K. Association between iodinated contrast media exposure and incident hyperthyroidism and hypothyroidism. *Arch. Internal Med*. 2012; 172 (2): 153–159. DOI 10.1001/archinternmed.2011.677.
  44. Barr M.L., Chiu H.K., Li N., Yeh M.W., Rhee C.M., Casillas J., Iskander P.J., Leung A.M. Thyroid Dysfunction in Children



- Exposed to Iodinated Contrast Media. *J Clin. Endocrinol. Metab.* 2016; 101 (6): 2366–2370.  
DOI: 10.1210/jc.2016-1330.
45. Alihanov A.A., Guschin I.S., Shimanovsky N.L. Clinical Experience and Pharmacological Evidences of Iopromide (Ultravist) Safety Application. *Medical Visualization*. 2013; 1: 122–129. (In Russian).
46. Karmazanovsky G.G. “The old” Nonionic X-ray Contrast Media Ioversol – “the new player” in the Russian market of Contrast Media. *Medical Visualization*. 2007; 2: 135–139. (In Russian)
47. Karmazanovsky G.G. Contrast Agents for MDCT Today: Ioversol – Ways to Optimize the Use and Maximize Contrast Enhancement. *Medical Visualization*. 2014; 6: 108–118. (In Russian)
48. Ivakhnenko O.I., Khachtaryan G.R., Avxentyeva M.V., Rebrova O.Yu., Muller-York A. Pharmacoeconomic analysis of Ioversol for Contrast-Induced X-Ray Diagnostic Procedures. *Meditsinskiye Tekhnologii*. 2013; 4: 47–57. (In Russian)
49. Kondrashov I.A., Mandal V., Razygraeva E.A., Khamchenko T.A. Features of CT-enterography in assessing the prevalence and severity of inflammatory bowel disease in children. *Nevskiy Radiologichesky Forum – Sbornik nauchnikh rabot* (Nevsky Radiological Forum – Collection of scientific works); Ed. V.E. Savello. SPB.: ELBI-SPB., 2015: 338–340. (In Russian)
50. Kondrashov I.A., Mandal V., Kondrashov I.I., Razygraeva E.A., Khamchenko T.A. Rational approach towards neuroimaging of childhood stroke cases at general emergency hospital. *Nevskiy Radiologichesky Forum – Sbornik nauchnikh rabot* (Nevsky Radiological Forum – Collection of scientific works); Ed. V.E. Savello. SPB.: ELBI-SPB, 2015: 340–342. (In Russian)

Поступила в редакцию 29.11.1017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 29.11.1017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-130-139

## Динамический фантом для моделирования потоков при МР-ангиографии

Петрайкин А.В.\* , Сергунова К.А., Семенов Д.С.,  
Ахмад Е.С., Ким С.Ю., Громов А.И., Морозов С.П.

ГБУЗ «Научно-практический центр медицинской радиологии» Департамента здравоохранения города Москвы

## Dynamic Phantom for Flow Model in Magnetic Resonance Angiography

Petraikin A.V.\* , Sergunova K.A., Semenov D.S.,  
Akhmad E.S., Kim S.Yu., Gromov A.I., Morozov S.P.

Research and Practical Center of Medical Radiology, Department of Health Care of Moscow, Moscow, Russia

**Цель исследования:** разработать фантом для моделирования потоков при проведении магнитно-резонансной ангиографии (МРА) и оценки относительного контраста, погрешности определения линейной и объемной скорости потока. С использованием данного фантома сравнить томографы нескольких производителей в отношении эффективности проведения МРА-исследований.

**Материал и методы.** Основная часть динамического фантома состоит из заполненного гелем диска и трех трубочек для моделирования потока жидкости. С использованием разработанного фантома были проведены эксперименты на МР-томографах двух фирм-производителей для сравнения количественных оценок (относительный контраст) МРА-последовательностей: 2DТОF, 3DТОF и на трех МР-томографах одной фирмы для оценки точности построения калибровочной кривой, определения линейной и объемной скорости по изображениям 2DPC.

**Результаты.** Полученные результаты сканирования фантома в режимах 2D- и 3DТОF позволили сравнить результаты применения МРА-режимов для МР-томографов двух производителей. Для режима 2DТОF показано более эффективное усиление сигнала вследствие ТОF-эффекта для томографа производителя 2 в сравнении с производителем 1 :  $8,86 \pm 0,88$  и  $6,07 \pm 0,03$  отн. ед. соответственно. Для режима 3DТОF значительно больший относительный контраст втекающей жидкости вследствие ТОF-эффекта наблюдается у производителя 1 :  $6,06 \pm 0,47$  и  $3,17 \pm 0,83$  отн. ед. соответственно. Исследования на фантоме согласуются с результатами аналогичных измерений для пациентов. Максимальная относительная погрешность измерения линейной скорости движения жидкости в режиме 2DPC для трех томографов одного производителя составила 4%.

Относительная погрешность измерения объемной скорости (потока) для сосудов диаметром 3 мм составила 0,9–1,8%. С помощью разработанного динамического фантома качественно были промоделированы эффекты МРА, связанные с усилением сигнала от «текущей» жидкости для режимов 3DPC и Time-SLIP.

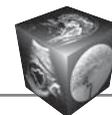
**Заключение.** Разработан динамический фантом для моделирования потока при МРА. Задаваемый ток жидкости с линейным профилем скоростей позволяет определить точность измерения линейной и объемной скорости потока в клинических условиях, оценить необходимость их коррекции относительно неподвижных тканей при использовании последовательности 2DPC, оценить эффективность визуализации сосудистого русла.

**Ключевые слова:** магнитно-резонансная томография, МРТ, магнитно-резонансная ангиография, МРА, фантомы для контроля изображений, вращающийся дисковый фантом, контроль качества, тестовые испытания.

**Ссылка для цитирования:** Петрайкин А.В., Сергунова К.А., Семенов Д.С., Ахмад Е.С., Ким С.Ю., Громов А.И., Морозов С.П. Динамический фантом для моделирования потоков при МР-ангиографии. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 130–139. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-130-139.

\*\*\*

**Purpose.** To develop phantom for flow modeling in magnetic resonance angiography (MRA): relative contrast assessment, accuracy of the linear velocity and volumetric flow, what improve accuracy of diagnostic in cardiac and neurosurgical clinics (quality assessment of blood and cerebrospinal fluid motion). To compare scanners of different



manufactures in points of the MRA efficiency using the developed phantom.

**Materials and methods.** The main part of dynamic phantom consists of a disc filled with agarose gel (for linear and volumetric velocity control) and silicone tubes for fluid flow modelling. MR study was performed at MRI units of two manufactures for comparing quantitative assessments of MRA sequences: 2D TOF, 3D TOF, and at three MRI units of one firm for estimated accuracy calibration curve calculating and linear velocity and volumetric flow determination for PC MRA. Phantom study well correlate with clinical MRA results.

**Results.** Obtained phantom scanning results in 2D TOF, 3D TOF sequences allow for objective comparing two MRI units of different manufactures. For 2D TOF mode was showed more effective signal enhancement affected by TOF effect for scanner of manufacture 2, then manufacture 1:  $8.86 \pm 0.88$  и  $6.07 \pm 0.03$  corresponding. For 3D TOF was observed rather more inflow relative contrast affected by TOF effect for scanner of manufacture 1:  $6.06 \pm 0.47$  and  $3.17 \pm 0.83$  corresponding. However, for manufacture 1 was showed more significant signal suppression for fat tissue, which improve vasculature visualization. Accuracy linear velocity fluid flow measurement in 2D PC is equal to  $\pm 2\sigma = \pm 0,4$  by five pixels for three scanners of one manufacture. Using developed phantom was modelled MRA effects in 3D PC and Time-SLIP modes.

**Conclusions.** The developed dynamic phantom can be used for calibration tests in MRA. The case of MRI units of two manufactures were compared quantitative assessments of MRA sequences and analyzed methods of enhancement fluid flow signal.

**Key words:** magnetic resonance imaging, MRI, magnetic resonance angiography, MRA, angiography MRI, imaging phantom, rotating disc phantom, quality control.

**Recommended citation:** Petraikin A.V., Sergunova K.A., Semenov D.S., Akhmad E.S., Kim S.Yi., Gromov A.I., Morozov S.P. Dynamic Phantom for Flow Model in Magnetic Resonance Angiography. *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 130–139. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-130-139.

## Введение

На сегодняшний день существует достаточное количество научных работ, касающихся моделирования движения в МРТ. В соответствии с поставленными задачами авторы создают различные фантомные модели для изучения эффектов потока.

Широкий ряд клинико-экспериментальных задач решается созданием тока жидкости по системе трубочек [1–6]. При этом моделируют различные нормальные и патологические состояния кровеносного русла. В работе [1] изучается точность определения геометрии сосудов на МР-ангиографических изображениях. Проводится моделирование сложных анатомических структур, например движение крови по коронарным артериям [5]. Изучается влияние пульсации тока жидкости и движение стенки “сосуда” на МР-визуализацию [3, 4]. В работе [12] для моделирования МР-ангиографических режимов был предложен стандартный фантом для определения таких характеристик сканирования, как отношение сигнал-шум и контраст-шум, и предназначенный для сравнения результатов разных модальностей (КТ-, МРТ-ангиография, УЗИ).

В экспериментах с движущейся жидкостью показаны ограничения и потенциальные источники ошибок: фазовые эффекты, объемные эффекты, различия фазы внутри вокселя, артефакты перемещения, разрешение временное и пространственное [7].

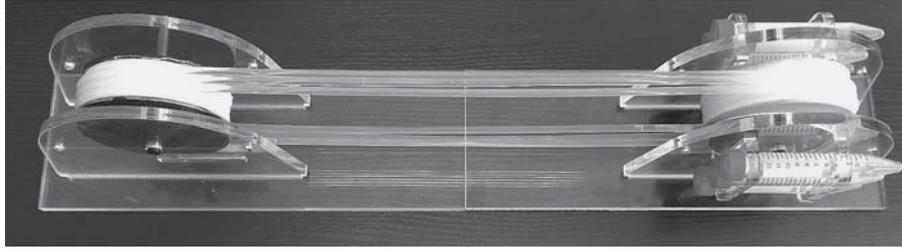
Другой подход к моделированию движения в МРТ – разработка фантомов, позволяющих достаточно точно задавать определенный линейный

**Для корреспонденции\*:** Петрайкин Алексей Владимирович – 109029 Москва, ул. Средняя Калитниковская, д. 28, стр. 1. Тел.: +7-916-156-46-22. E-mail: alexeypetraikin@gmail.com

**Петрайкин Алексей Владимирович** – канд. мед. наук, доцент, врач-рентгенолог Научно-практического центра медицинской радиологии ДЗ г. Москвы; **Сергунова Кристина Анатольевна** – руководитель отдела разработки средств контроля и технического мониторинга Научно-практического центра медицинской радиологии ДЗ г. Москвы; **Семенов Дмитрий Сергеевич** – научный сотрудник отдела разработки средств контроля и технического мониторинга Научно-практического центра медицинской радиологии ДЗ г. Москвы; **Ахмад Екатерина Сергеевна** – научный сотрудник отдела разработки средств контроля и технического мониторинга Научно-практического центра медицинской радиологии ДЗ г. Москвы; **Ким Станислав Юрьевич** – канд. мед. наук, заместитель директора по науке Научно-практического центра медицинской радиологии ДЗ г. Москвы; **Громов Александр Игоревич** – доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник экспертного отдела Научно-практического центра медицинской радиологии ДЗ г. Москвы; **Морозов Сергей Павлович** – доктор мед. наук, профессор, директор Научно-практического центра медицинской радиологии ДЗ г. Москвы.

**Contact\*:** Alexey V. Petraikin – 28-1, Srednjaja Kalitnikovskaja str., 109029, Moscow, Russia. Phone: +7-916-156-4622. E-mail: alexeypetraikin@gmail.com

**Alexey V. Petraikin** – cand. of med. sci., associate professor, senior researcher of Research and Practical Center of Medical Radiology of Department of Health Care of Moscow; **Kristina A. Sergunova** – head of Technical Monitoring & QA Development Department of Research and Practical Center of Medical Radiology of Department of Health Care of Moscow; **Dmitry S. Semenov** – scientist researcher of Technical Monitoring & QA Development Department of Research and Practical Center of Medical Radiology of Department of Health Care of Moscow; **Ekaterina S. Ahmad** – scientist researcher of Technical Monitoring & QA Development Research and Practical Center of Medical Radiology of Department of Health Care of Moscow; **Stanislav Yu. Kim** – cand. of med. sci., deputy director for science of Research and Practical Center of Medical Radiology of Department of Health Care of Moscow; **Alexander I. Gromov** – doct. of med. sci., Professor, senior researcher of Research and Practical Center of Medical Radiology, Department of Health Care of Moscow; **Sergey P. Morozov** – doct. of med. sci., Professor, director of Research and Practical Center of Medical Radiology of Department of Health Care of Moscow.



**Рис. 1.** Конструкция динамического фантома для контроля параметров МРА. Фотография основного узла фантома – двух дисков (шкивов), соединенных силиконовыми трубочками.

диапазон скоростей на основе вращающихся полых дисков, заполненных гелем [8–11]. Такие фантомы имеют различные конструкции, отличающиеся в основном типом механического привода: вращение с помощью вала [8], сжатым воздухом [9], ременной передачи [10].

Таким образом, в моделировании движения жидкости в МРТ отмечается два направления: фантомы с использованием систем трубочек и дисковые фантомы. Первое решение заключается в моделировании клинических ситуаций, включая создание пульсирующего характера потока. Недостатком данных моделей является сложность точного задания линейной скорости потока [7, 11], поскольку профиль скорости имеет параболическое распределение скоростей вдоль сечения сосуда при ламинарном течении жидкости. Второе направление – это разработка дисковых фантомов с точным заданием диапазона скоростей, однако данные модели не моделируют поток жидкости, а точно задают линейные скорости движения твердой среды (геля).

### Цель исследования

Разработать фантом для моделирования потоков при проведении магнитно-резонансной ангиографии (МРА) и оценки относительного контраста, погрешности определения линейной и объемной скорости потока. С использованием данного фантома сравнить томографы нескольких производителей в отношении эффективности проведения МРА-исследований.

### Материал и методы

**Динамический фантом.** На основе анализа литературных данных и клинических задач был разработан динамический фантом, представленный на рис. 1. Фантом состоит из двух полых шкивов, закрепленных на вращающихся в опорах валах. Поверх шкивов надеты силиконовые трубочки с МР-контрастной жидкостью равного диаметра, каждая из которых соединена в кольцо переходником. Крутящий момент двигателя пере-

дается на фантом посредством ременной передачи. Двигатель закреплен в комнате сканирования вне магнита на расстоянии 3,5 м от него. Имитирование потока обеспечивается перемещением герметичной силиконовой трубочки, заполненной МР-контрастной жидкостью. Профиль скорости в поперечном сечении трубочки – линейный, при условии несжимаемости [13] и наличия короткого участка – переходника, прерывающего объем жидкости в трубочке.

Для контроля характеристик МРА-последовательностей предусмотрены пазы для установки пробирок с водой, жиром. Ведущим шкивом является диск, расположенный в РЧ-катушке. Двигатель позволяет задавать частоту вращения дисков  $27,5 \text{ об} \cdot \text{мин}^{-1}$  или  $2,875 \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}$ , линейная скорость движения трубочек  $14,4 \text{ см/с}$ .

**МРТ-сканирование.** Сканирование фантома осуществлялось с использованием стандартной РЧ-катушки для исследования головного мозга. Внутри РЧ-катушки, в изоцентре магнита, размещался основной диск фантома. Эксперименты проводили с выключенным и включенным двигателем согласно параметрам МРА-последовательностей: 2D Time-of-Flight (TOF), 3D TOF, 2D Phase-Contrast (PC), 3D PC, Time-Spatial Labeling Inversion Pulse (Time-SLIP). Все МР-исследования проводились на МР-томографах двух производителей (Pr1 и Pr2) с индукцией магнитного поля 1,5 Тл. Для режима 3D TOF для Pr1 (Pr2): TR = 32 (29) мс; TE = 8 (7,15) мс; FA 20 (25)°; толщина среза 1,2 (0,5) мм; толщина 3D-зоны сканирования 43 (53) мм; NAQ = 1,0. Для режима 2D TOF для Pr1 (Pr2): TR = 17 (28) мс; TE = 4,8 (7,16) мс; FA 60°; толщина среза 3,0 мм; толщина 3D-зоны сканирования 47 (50) мм; NAQ = 1,0. В режиме 2D PC для Pr1: TR = 24 мс; TE = 10 мс; толщина среза 5 мм; NAQ = 5; угол отклонения 20°; VENC = 30 см/с. В режиме 3D PC: TR = 30 мс; TE = 16 мс; толщина среза 4 мм; NAQ = 1, угол отклонения 20°, VENC = 15 см/с. В режиме Time-SLIP: TR = 5 мс; TE = 3 мс; толщина среза 2 мм; NAQ = 1; угол отклонения 120°; BVTI = 1200 мс.



**Таблица 1.** Количественная оценка МРА-режимов 2DТОF и 3DТОF для МР-томографов двух фирм-производителей 1 и 2. Также приведены измерения для двух пациентов, которым были выполнены МРТ-исследования в соответствующих МРА-режимах

Параметр	Inflow эффект средний	Эффект сатурации	Относительный Inflow эффект	Жир/вода	
Формула	$\frac{\bar{S}_{in} - \bar{S}_w}{\bar{S}_w}$	$\frac{\bar{S}_{in} - \bar{S}_{out}}{\bar{S}_{in}}$	$\frac{\bar{S}_{in} - \bar{S}_w}{\bar{S}_F}$	$\frac{\bar{S}_F}{\bar{S}_w}$	
Данные для фантома					
2DТОF	Пр1	6,07 ± 0,03	0,85 ± 0,04	2,77 ± 0,01	2,18 ± 0,01
	Пр2	8,86 ± 0,88	0,88 ± 0,05	4,06 ± 0,20	2,18 ± 0,10
3DТОF	Пр1	3,17 ± 0,83	0,75 ± 0,02	4,7 ± 0,56	0,7 ± 0,25
	Пр2	6,06 ± 0,47	0,92 ± 0,02	2,17 ± 0,17	2,79 ± 0,05
Данные для пациентов					
2DТОF	Пр1	14,51 ± 5,07	0,87 ± 0,06	5,12 ± 1,81	2,84 ± 0,03
	Пр2	14,60 ± 0,58	0,89 ± 0,05	8,65 ± 3,41	1,96 ± 1,03
3DТОF	Пр1	4,37 ± 1,26	0,68 ± 0,10	12,50 ± 6,57	0,39 ± 0,14
	Пр2	8,00 ± 1,52	0,81 ± 0,04	2,47 ± 0,33	3,27 ± 0,67

Также для сопоставления с клиническими данными были выбраны результаты МРТ-сканирования двух пациентов без патологических находок.

**Количественная оценка МРА-последовательностей.** Разработанный фантом использован для количественной оценки наиболее распространенных МРА-режимов 2DТОF и 3DТОF. В ходе обработки МРА-изображений рассчитывались следующие показатели: 1) оценка Inflow эффекта; 2) эффективность работы среза сатуратора; 3) эффективность технологии жироподавления. Формулы для расчета соответствующих параметров представлены в табл. 1. С помощью данного подхода были сравнены количественные результаты для МР-томографов двух фирм-производителей.

Также фантом позволил оценить точность измерения линейной и объемной скорости потока по данным режима 2DPC для Пр1. Дополнительно для оценки точности определения количественных характеристик были проведены сканирования на трех разных томографах Пр1.

## Результаты

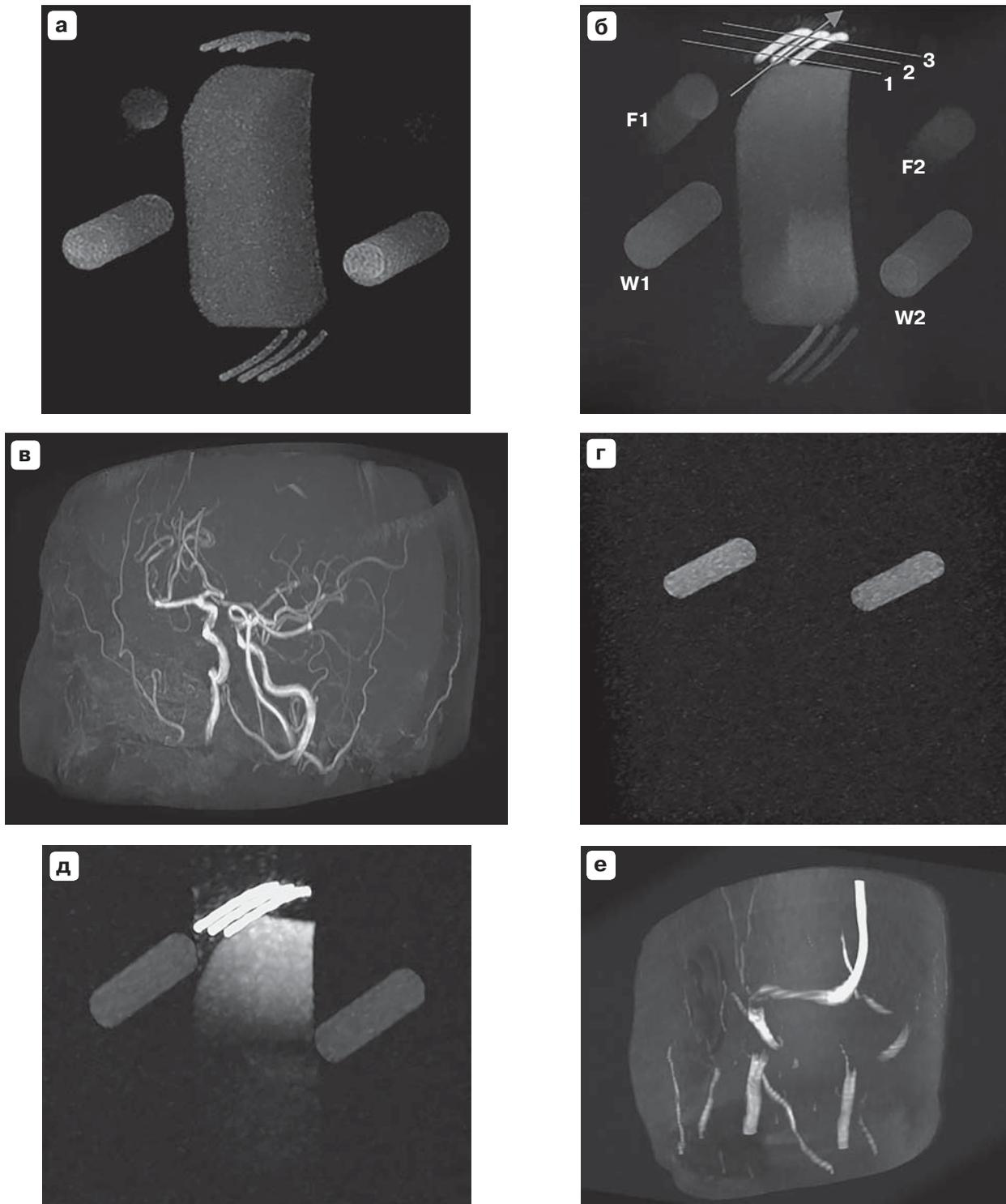
**Количественная оценка МРА-режимов: 2DТОF и 3DТОF.** Полученные в ходе исследования изображения динамического фантома представлены на рис. 2 в режимах 2DТОF (см. рис. 2, а, б) и 3DТОF (см. рис. 2, г, д). Приведены MIP-реконструкции неподвижного фантома (см. рис. 2, а, г), фантома в движении (см. рис. 2, б, д) с включенным срезом сатурации, а также для сравнения приведены MIP-реконструкции сканирования пациентов в режиме 3DТОF (см. рис. 2, в), 2DТОF

(см. рис. 2, е). Стрелкой на рис. 2, б показано направление потока. При движении (вращении фантома) отмечается Inflow эффект – усиление сигнала от трубочек, приносящих в зону сканирования ненасыщенные спины: верхний ряд трубочек на рис. 2, б, д относительно рис. 2, а, г. Также продемонстрирован эффект использования среза сатурации (насыщения) – при движении, на изображениях 2, б, г, верхние ряды трубочек имеют значительно больший сигнал по сравнению с нижними рядами. Для количественных расчетов относительного контраста использовались значения сигнала от воды (пробирки W1 и W2) и жира (пробирки F1 и F2).

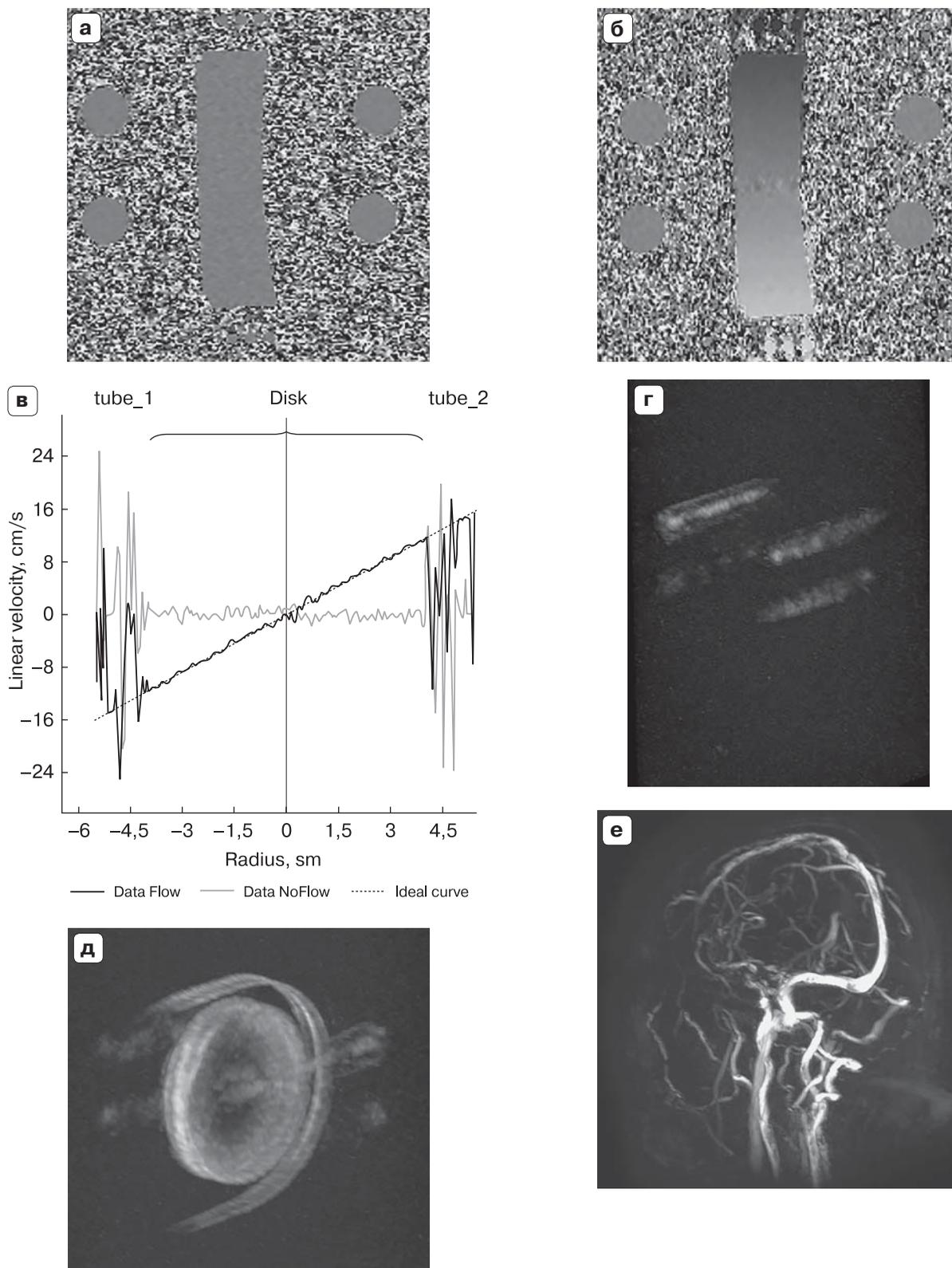
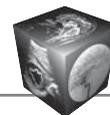
Количественные данные по применению режимов 2DТОF и 3DТОF представлены в табл. 1. Результаты получены для двух МР-томографов разных фирм-производителей, использующих различные подходы к повышению относительно контраста от движущейся крови (ТОF-эффекты).

**Точность измерения линейной и объемной скорости потока по данным режима 2DPC.** Разработанный динамический фантом позволяет оценить точность количественной оценки определения скорости потока по данным 2DPC, изображения сканирования фантома представлены на рис. 3: неподвижный фантом (см. рис. 3, а) и вращающийся (см. рис. 3, б).

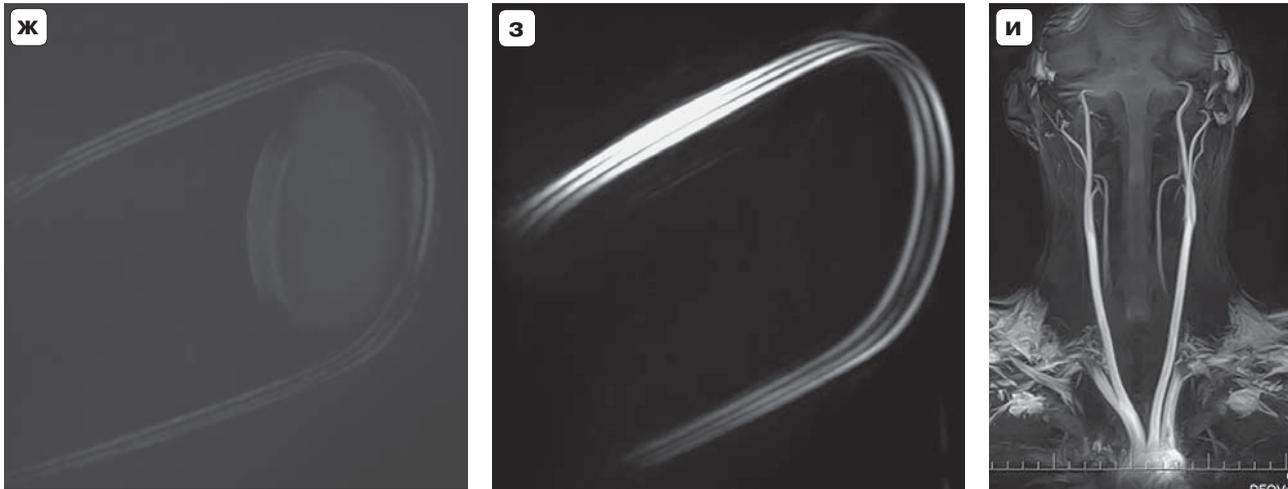
Результаты обработки изображений 2DPC для трех разных томографов Пр1 представлены в табл. 2. Для расчета линейной скорости интенсивность сигнала I умножалась на заданный при сканировании параметр кодировки скорости потока Velocity Encoding (VENC).



**Рис. 2.** Сравнительные изображения фантома и пациентов для разных условий сканирования в МРА-режимах 3DTOF и 2DTOF. MIP-реконструкции неподвижных фантомом в режимах: 3DTOF (а), 2DTOF (г). MIP-реконструкции вращающихся фантомов в режимах: 3DTOF (б), 2DTOF(д). MIP-реконструкции пациентов, выполненные в режимах 3DTOF (в), 2DTOF(е). На изображении б: F1, F2 –пробирки с жиром; W1, W2 – пробирки с водой. Угловая скорость вращения 27 об/мин с линейной скоростью движения для трубочек 14,4 см/с. 1, 2, 3 – срезы, используемые для анализа сигнала от потока жидкости; стрелкой обозначено направление потока.



**Рис. 3.** Сравнительные изображения фантома и пациентов для разных условий сканирования в режимах 2DPC, 3DPC, Time-SLIP. а – аксиальное изображение неподвижного фантома в режиме 2DPC VENC = 30 см/с; б – аксиальное изображение вращающегося фантома в режиме 2DPC VENC = 30 см/с; в – график распределения линейной скорости вдоль сечения фантома; г – MIP-реконструкция неподвижного фантома в режиме 3DPC VENC = 15 см/с; д – MIP-реконструкция вращающегося фантома в режиме 3DPC VENC = 15 см/с; е – MPA в режиме 3DPC пациента (MIP-реконструкция);



**Рис. 3. (окончание).** ж – MIP-реконструкция неподвижного фантома в режиме Time-SLIP; з – MIP-реконструкция вращающегося фантома в режиме Time-SLIP; и – MPA в режиме Time-SLIP пациента (MIP-реконструкция); BBDTI = 1200.

Оценивалась линейная скорость, угловая скорость вращения диска, а также объемная скорость диска и трубочек. Помимо определения линейной скорости, существует возможность рассчитать объемный поток жидкости для диска и трубочек. Так как линейная скорость внутри диска не является постоянной, производится усреднение данной величины по половине площади диска  $\bar{v}$ , в которой векторы скорости сонаправлены. В данном эксперименте площадь области интереса  $S_{\text{сеч}}$  по диску составляла  $20,5 \times 41,0$  мм. Для каждой трубочки по срезу интенсивности также определяется среднее значение линейной скорости. Средняя площадь измеряется по T2- и 3DTOF-изображениям фантома, так как они обладают лучшим пространственным разрешением. В табл. 2 приведена средняя объемная скорость потока для 6 трубочек для каждого томографа. Заданное значение объемной скорости по диску вычисляется из условия, что через область интереса (сечение половины диска) за один оборот диска проходит весь объем диска (104 мл) при его частоте вращения  $2,875 \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}$ . В качестве заданной величины для трубочек рас-

сматривается произведение внутренней площади трубочек и заданной линейной скорости. Это возможно, поскольку выполняется требование линейного профиля движения спинов в данном сечении.

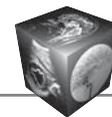
Демонстрация работы динамического фантома по визуализации потока в MPA-режимах 3DPC и Time-SLIP приведена на рис. 3: изображения в режиме 3DPC неподвижного фантома (см. рис. 3, г), вращающегося (см. рис. 3, д). Изображения в режиме Time-SLIP неподвижного (см. рис. 3, ж), вращающегося (см. рис. 3, з). Также для сравнения приведены MPA-изображения пациентов – брахиоцефальных сосудов без патологических находок в режиме 3DPC (см. рис. 3, е), в режиме Time-SLIP (см. рис. 3, и).

### Обсуждение

Целью данного исследования с применением динамического фантома в режимах MPA являются имитирование потока (создание движения с линейным профилем скоростей) и оценка качества и точности определения регистрируемых параметров.

**Таблица 2.** Количественная оценка фазоконтрастного MPA-режима 2DPC

Параметр	Линейная скорость, см/с		Объемная скорость, мл/с	
	трубочки ( $\varnothing 3$ мм)		диск	трубочки ( $\varnothing 3$ мм)
Заданные значения	14,4		47,6	1,09
Рассчитанные значения	1	$14,43 \pm 0,50$	$49,31 \pm 0,16$	$1,11 \pm 0,04$
	2	$13,82 \pm 0,68$	$42,92 \pm 1,66$	$1,07 \pm 0,05$
	3	$13,94 \pm 0,52$	$44,61 \pm 1,58$	$1,08 \pm 0,04$
Оценка	0,2–4,0%		Относительная ошибка	
			3,6–9,8%	0,9–1,8%



Для этого разработанный нами ранее вариант дискового фантома [10] был дополнен системой трубочек, которые движутся между двумя шкивами. При этом имеется возможность моделировать потоки не с параболическим (как во всех случаях ламинарного потока), а с линейным профилем скоростей. Время, которое спины находятся вне области сканирования, составляет 7,3 с. Можно считать “втекающие” в зону сканирования спины ненасыщенными. Линейный профиль скоростей удобен при оценке точности определения линейной и объемной скорости движения жидкости при имитации потока.

Для режима 2DТОF показано несколько более эффективное усиление сигнала вследствие ТОF-эффекта для томографа Пр2 в сравнении с Пр1:  $8,86 \pm 0,88$  и  $6,07 \pm 0,03$  отн. ед. соответственно. Усиление сигнала втекающей жидкости по отношению к жировой ткани также выше для Пр2, что создает дополнительное удобство при МIP-обработке. При сканировании пациентов в режиме 2DТОF средний Inflow эффект для данных режимов практически не различается, однако относительный Inflow эффект с учетом сигнала от воды и жира несколько выше у Пр2, что связано с большим относительным подавлением сигнала от жировой ткани. Это сопоставимо с данными, полученными на фантоме.

Для режима 3DТОF значительно больший относительный контраст втекающей жидкости вследствие ТОF-эффекта наблюдается у Пр1:  $6,06 \pm 0,47$  и  $3,17 \pm 0,83$  отн. ед. соответственно. Этот эффект обусловлен применяемой технологией Multi-Chunk, которая предусматривает разделение 3D-зоны сканирования на несколько слаб (Chunks), в рассматриваемом примере объем был разделен на 3 слаба. Это усиливает ТОF-эффект, не позволяя спинам насыщаться по мере прохождения вдоль выбранного объема сканирования. Однако Пр1 использует технологию подавления сигнала от жировой ткани, основанную на применении биномиальных РЧ-импульсов, селективно воздействующих на протоны воды. В результате этого сигнал втекающей жидкости по отношению к жировой ткани выше для Пр1:  $4,7 \pm 0,56$  и  $2,17 \pm 0,17$  отн. ед. соответственно. Итоговый показатель, объединяющий Inflow эффект, относительный сигнал от воды и жира, для Пр1 больше в 2,1 раза для фантома и в 5,0 раз для пациента. Однако при возможности дополнительной МIP-обработки после исключения сигнала от жировой ткани визуализация сосудистого русла при подходе, реализованном Пр2, может быть существенно повышена.

При анализе полученных количественных результатов в режиме 2DPC измерение линейной скорости вдоль профиля диска и далее через сечения трубочек (см. рис. 3, в) показало хорошую сходимость с заданными показателями. Доверительный интервал ошибки определения данного параметра для измерения по 5 пикселям составляет  $\pm 2\sigma = \pm 0,4$  см/с. Относительная ошибка расчета объемной скорости потока при оценке движения всего диска с агарозой составила 3,6–9,8%, а при определении точности расчета объемной скорости движения жидкости в трубке – 0,9–1,8%.

С помощью разработанного динамического фантома качественно были промоделированы эффекты МРА, связанные с усилением сигнала от “текущей” жидкости для режимов 3DPC и Time-SLIP. Эти результаты предоставлены на рис. 3 (г, д) для 3DPC и на рис. 3 (ж, з) для режима Time-SLIP. Соответствующие примеры изображений брахиоцефальных артерий пациентов без патологических находок предоставлены на рис. 3 (е, и) соответственно.

Наибольший визуальный относительный контраст достигается при выполнении МРА в режиме Time-SLIP (вариант технологии Arterial Spin Labeling) (см. рис. 3, ж, з). Для выбранного времени BBTI (Black Blood Time to Inversion) ожидаемая протяженность зоны усиленного сигнала должна была составить 17,3 см при скорости движения трубочки 14,4 см/с, что соответствует начальному участку с большой интенсивностью сигнала. Однако область повышенного сигнала не четко отграничена, что, вероятно, связано с неселективным воздействием инвертирующего импульса.

Отмечается недооценка пиковых скоростей потока при оценке ламинарного потока [14]. Неоднозначна оценка таких факторов, влияющих на точность измерения, как сигнал от неподвижных спинов [15, 16]. Указывается на необходимость коррекции результатов сканирования с учетом сигнала от стационарных тканей [16], другие авторы придерживаются противоположной точки зрения [14, 15]. С помощью разработанного фантома было оценено влияние фазового сдвига стационарных тканей на точность определения скорости потока. Это влияние незначительно, максимальная относительная погрешность, связанная с фазовым сдвигом для неподвижных тканей, составила 0,75%.

Смоделированный поток жидкости имеет линейный профиль скоростей в отличие от ламинарного потока жидкости в неподвижной трубке. Этот факт позволяет оценить точность определения



скорости потока в сосудах небольшого диаметра методом 2DPC, получить оценку точности работы аппаратно-программных комплексов измерения линейных и объемных скоростей потока.

### Заключение

Разработан дисковый динамический фантом для моделирования движения жидкости при МРА в клинических условиях. С помощью данного фантома была сопоставлена работа МРА-последовательностей 2D- и 3DTOF для МР-томографов двух производителей. Для режима 2DTOF получены сходные результаты относительных контрастов. Для режима 3DTOF количественно описаны эффекты, усиливающие относительный МР-сигнал для каждого из производителей (применение технологии Multi-Chunk в одном случае и биномиальные импульсы, селективно воздействующие на протоны воды, в другом). При использовании метода 2DPC максимальная относительная погрешность определения линейной скорости составила 4%. При оценке точности измерения объемной скорости (потока) для сосудов диаметром 3 мм максимальная погрешность составила 1,8%. Данный фантом позволяет изучать эффекты усиления сигнала в режимах 3DPC и Time-SLIP. Разработку возможно применять в центрах, занимающихся количественным определением характеристик движения крови по сосудам и в камерах сердца для оценки точности проводимых измерений. Возможно широкое применение динамического фантома для стандартизованной оценки МРА-режимов в широкой клинической практике.

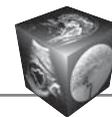
### Список литературы

1. Koktzoglou I., Giri S., Piccini D., Grodzki D.M., Flanagan O., Murphy I.G., Gupta N., Collins J.D., Edelman R.R. Arterial Spin Labeled Carotid MR Angiography: A Phantom Study Examining the Impact of Technical and Hemodynamic Factors. *Magn. Reson. Med.* 2016; 75 (1): 295–301. DOI: 10.1002/mrm.25611.
2. Bunck A.C., Jüttner A., Kröger J.R., Burg M.C., Kugel H., Niederstadt T., Tiemann K., Schnackenburg B., Crelier G.R., Heindel W., Maintz D. 4D phase contrast flow imaging for in-stent flow visualization and assessment of stent patency in peripheral vascular stents—a phantom study. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81 (9): 929–937. DOI: 10.1016/j.ejrad.2012.05.032.
3. Pauline W., Martin J.G., David J.L. Integrated physiological flow simulator and pulse sequence monitoring system for MRI. *Med. Biol. Eng. Comput.* 2008; 46 (4): 399–406. DOI: 10.1007/s11517-008-0319-x.
4. Taviani V., Patterson A.J., Worters P., Sutcliffe M.P.F., Graves M.J., Gillard J.H. Accuracy of Phase Contrast, Black-Blood, and Bright-Blood pulse sequences for measuring compliance and distensibility coefficients in a human-tissue mimicking phantom. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2010; 31: 160–167. DOI: 10.1002/jmri.22005.

5. Irwan R., Rüssel I.K., Sijens P.E. Fast 3D coronary artery contrast-enhanced magnetic resonance angiography with magnetization transfer contrast, fat suppression and parallel imaging as applied on an anthropomorphic moving heart phantom. *Magn. Reson. Imaging.* 2006; 24: 895–902. DOI: 10.1016/j.mri.2006.03.003.
6. Сергиенко В.И., Мартынов А.К., Петрайкин А.В., Кошурников Д.С., Фадеев А.А., Николаев Д.А., Кармазановский Г.Г., Осипова Н.Ю., Федоров В.Д. Новые аспекты технических испытаний сосудистых стентов. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. Приложение.* 2007; 2: 112–116.
7. Kazerou A., Patatoukas G., Argiropoulos G., Efstathiopoulos E. In vitro blood flow analysis using magnetic resonance angiography. *Physica Medica.* 2016; 32 (3): 305. DOI: 10.1016/j.ejmp.2016.07.159.
8. Durand E.P., Jolivet O., Itti E., Tasu J.P., Bittoun J. Precision of Magnetic Resonance Velocity and Acceleration Measurements: Theoretical Issues and Phantom Experiments. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2001; 13: 445–451.
9. Nilsson A., Bloch K.M., Töger J., Heiberg E., Ståhlberg F. Accuracy of four-dimensional phase-contrast velocity mapping for blood flow visualizations: a phantom study. *Acta Radiol.* 2013; 54: 663. DOI: 10.1177/0284185113478005.
10. Громов А.И., Сергунова К.А., Петрайкин А.В., Поленок Я.А., Михайленко Е.А. Дисковый фантом для контроля измерения скоростей при фазо-контрастной магнитно-резонансной томографии и способ контроля измерения линейной и объемной скорости движения фантома: патент 2579824 Российская Федерация. 2016. Бюл. №10.
11. Nordell B., Ståhlberg F., Ericsson A., Ranta C. A rotating phantom for the study of flow effects in MR-imaging. *Magn. Reson. Imaging.* 1988; 6 (6): 695–705.
12. Allard L., Soulez G., Chayer B., Qin Z., Roy D., Cloutier G. A multimodality vascular imaging phantom of an abdominal aortic aneurysm with a visible thrombus. *Med. Phys.* 2013; 40 (6): 063701. DOI: 10.1118/1.4803497.
13. Чижумов С.Д. Основы гидродинамики: Учебное пособие. Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2007: 15–16.
14. Srichai M.B., Lim R.P., Wong S., Lee V.S. Cardiovascular Applications of Phase-Contrast MRI. *Am. J. Roentgenol.* 2009; 192 (3): 662–675. DOI: 10.2214/AJR.07.3744.
15. Rigsby C.K., Hilpipre N., McNeal G.R., Zhang G., Boylan E.E., Popescu A.R., Choi G., Greiser A., Deng J. Analysis of an automated background correction method for cardiovascular MR phase contrast imaging in children and young adults. *J. Pediatr. Radiol.* 2014; 44 (3): 26515–16273. DOI: 10.1007/s00247-013-2830-y.
16. Holland B.J., Printz B.F., Lai W.W. Baseline correction of phase-contrast images in congenital cardiovascular magnetic resonance. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2010; 12 (1): 11. DOI: 10.1186/1532-429X-12-11.

### References

1. Koktzoglou I., Giri S., Piccini D., Grodzki D.M., Flanagan O., Murphy I.G., Gupta N., Collins J.D., Edelman R.R. Arterial Spin Labeled Carotid MR Angiography: A Phantom Study Examining the Impact of Technical and Hemodynamic Factors. *Magn. Reson. Med.* 2016; 75 (1): 295–301. DOI: 10.1002/mrm.25611.



2. Bunck A.C., Jüttner A., Kröger J.R., Burg M.C., Kugel H., Niederstadt T., Tiemann K., Schnackenburg B., Crelier G.R., Heindel W., Maintz D. 4D phase contrast flow imaging for in-stent flow visualization and assessment of stent patency in peripheral vascular stents—a phantom study. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81 (9): 929–937. DOI: 10.1016/j.ejrad.2012.05.032.
3. Pauline W., Martin J.G., David J.L. Integrated physiological flow simulator and pulse sequence monitoring system for MRI. *Med. Biol. Eng. Comput.* 2008; 46 (4): 399–406. DOI: 10.1007/s11517-008-0319-x.
4. Taviani V., Patterson A.J., Worters P., Sutcliffe M.P.F., Graves M.J., Gillard J.H. Accuracy of Phase Contrast, Black-Blood, and Bright-Blood pulse sequences for measuring compliance and distensibility coefficients in a human-tissue mimicking phantom. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2010; 31: 160–167. DOI: 10.1002/jmri.22005.
5. Irwan R., Rüssel I.K., Sijens P.E. Fast 3D coronary artery contrast-enhanced magnetic resonance angiography with magnetization transfer contrast, fat suppression and parallel imaging as applied on an anthropomorphic moving heart phantom. *Magn. Reson. Imaging.* 2006; 24: 895–902. DOI: 10.1016/j.mri.2006.03.003.
6. Sergienko V.I., Martynov A.K., Petryaykin A.V., Koshurnikov D.S., Fadeev A.A., Nikolaev D.A., Karmazanovskiy G.G., Osipova N.Yu., Fedorov V.D. New aspects of the vascular stents technical tests. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine. Appendix.* 2007; 2: 112–116. (In Russian)
7. Kazerou A., Patatoukas G., Argiropoulos G., Efsthathopoulos E. In vitro blood flow analysis using magnetic resonance angiography. *Physica Medica.* 2016; 32 (3): 305. DOI: 10.1016/j.ejmp.2016.07.159.
8. Durand E.P., Jolivet O., Itti E., Tasu J.P., Bittoun J. Precision of Magnetic Resonance Velocity and Acceleration Measurements: Theoretical Issues and Phantom Experiments. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2001; 13: 445–451.
9. Nilsson A., Bloch K.M., Töger J., Heiberg E., Ståhlberg F. Accuracy of four-dimensional phase-contrast velocity mapping for blood flow visualizations: a phantom study. *Acta Radiol.* 2013; 54: 663. DOI: 10.1177/0284185113478005.
10. Gromov A.I., Sergunova K.A., Petraikin A.V., Polenok J.A., Mikhajlenko E.A. Disc phantom for controlling speed measurement with phase-contrast magnetic resonance imaging and method of controlling measurement of linear and volumetric speed of phantom. Patent RU 2579824, published of March 11, 2016. (In Russian)
11. Nordell B., Ståhlberg F., Ericsson A., Ranta C. A rotating phantom for the study of flow effects in MR-imaging. *Magn. Reson. Imaging.* 1988; 6 (6): 695–705.
12. Allard L., Soulez G., Chayer B., Qin Z., Roy D., Cloutier G. A multimodality vascular imaging phantom of an abdominal aortic aneurysm with a visible thrombus. *Med. Phys.* 2013; 40 (6): 063701. DOI: 10.1118/1.4803497.
13. Chizhiumov S.D. Basis of hydrodynamic. Komsomolsk-na-Amure, GOUVPO “KnASTU”, 2007: 15–16. (In Russian)
14. Srichai M.B., Lim R.P., Wong S., Lee V.S. Cardiovascular Applications of Phase-Contrast MRI. *Am. J. Roentgenol.* 2009; 192 (3): 662–675. DOI: 10.2214/AJR.07.3744.
15. Rigsby C.K., Hilpipre N., McNeal G.R., Zhang G., Boylan E.E., Popescu A.R., Choi G., Greiser A., Deng J. Analysis of an automated background correction method for cardiovascular MR phase contrast imaging in children and young adults. *J. Pediatr. Radiol.* 2014; 44 (3): 26515–16273. DOI: 10.1007/s00247-013-2830-y.
16. Holland B.J., Printz B.F., Lai W.W. Baseline correction of phase-contrast images in congenital cardiovascular magnetic resonance. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2010; 12 (1): 11. DOI: 10.1186/1532-429X-12-11.

Поступила в редакцию 21.12.2017.  
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 21.12.2017.  
Accepted for publication on 27.12.2017.



## Рецензия на книгу

Котляров П.М., Солодкий В.А.

### Магнитно-резонансная томография поясничного отдела позвоночника после задних декомпрессивных операций

Palmarium Academic Publishing, Germany, 2016. 136 с. ISBN: 978-3-659-72334-6

## Book Review

Kotlyarov P.M., Solodkiy V.A.

### Magnetic resonance imaging of the lumbar spine after the posterior decompression operations

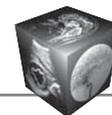
Palmarium Academic Publishing, Germany, 2016. 136 p. ISBN: 978-3-659-72334-6

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является ведущим методом в диагностике межпозвонковых грыж. В настоящее время оперативные вмешательства по поводу дискогенного радикулита приняли массовый характер. Но, к сожалению, остается недостаточно изученным вопрос МРТ-мониторинга пациентов в ранние и отдаленные сроки после различных видов хирургических вмешательств на позвоночнике по поводу грыж межпозвонковых дисков. В свете этого представленная монография П.М. Котлярова и В.А. Солодкого “Магнитно-резонансная томография поясничного отдела позвоночника после задних декомпрессивных операций” отличается ярко выраженной актуальностью.

Материал монографии изложен в виде научного исследования по диссертационному варианту. Книга включает в себя “Введение”, 5 глав, “Заключение”, список литературы. В списке литературы 174 работы (36 отечественных и 138 зарубежных источников) преимущественно последних 5–10 лет. Монография иллюстрирована 26 рисунками и 10 подробными таблицами. Представленный авторами материал подвергнут адекватному современному статистическому анализу.

Во “Введении” авторы анонсируют цель: изучить динамику изменений межпозвонковых дисков в зоне оперативного вмешательства и рядом расположенных сегментов поясничного отдела позвоночника по данным МРТ.

Глава 1 “Магнитно-резонансная томография в оценке поясничного отдела позвоночника после оперативных вмешательств по поводу грыж межпозвонковых дисков” подробно освещает литературу по данному вопросу (обзор литературы). Проанализировав работы зарубежных и отечественных исследователей, авторы пришли к заключению, что многие вопросы применения и оценки данных МРТ при диагностике состояния поясничного отдела позвоночника после оперативных вмешательств по поводу грыж межпозвонковых дисков остаются открытыми и требуют дальнейшего углубленного изучения. В частности, не уточнена методика МРТ в мониторинге послеоперационных изменений. В отечественной литературе имеются единичные работы по МРТ-диагностике последствий и осложнений у пациентов с послеоперационным болевым синдромом компрессионного характера. Отсутствует анализ зависимости послеоперационных изменений от способа оперативного пособия. Требуется



уточнения МРТ-семиотика послеоперационных изменений межпозвонковых дисков, мышечно-связочного аппарата, дугоотростчатых суставов как в зоне оперативного вмешательства, так и в рядом расположенных сегментах.

В главе 2 представлены клиническая характеристика материала и методика МРТ. Работа основана на данных МРТ-исследований у 138 пациентов, оперированных по поводу задних грыж поясничных межпозвонковых дисков. Авторы разделили послеоперационный период по времени на ранний (первые 6–8 нед после операции), промежуточный (от 3 мес до 2 лет) и поздний (более 2 лет). Методика МРТ-исследования в послеоперационном периоде включала получение изображений в трех ортогональных плоскостях с использованием импульсной последовательности (ИП) SE в режимах T1 и T2 и ИП IRFSE в режиме T2 с подавлением сигнала от жировой ткани, а также исследование в парамагнетиком. Представлен оптимальный алгоритм МРТ-исследования поясничного отдела позвоночника.

Глава 3 посвящена МРТ-семиотике изменений поясничного отдела позвоночника после хирургических вмешательств по поводу межпозвонковой грыжи. Установлено, что в *ранний послеоперационный период* (первые 6–8 нед после операции) чаще всего возникают осложнения воспалительного характера. Другим осложнением после оперативного вмешательства в этот период является гематома как следствие интраоперационной травмы эпидуральных вен, что чревато развитием эпидурального фиброзного процесса, являющегося причиной стойкого болевого синдрома с неврологическими нарушениями и поводом для повторных, зачастую малоэффективных оперативных вмешательств. Как правило, гематома выявляется на 2–5-е сутки (была выявлена у 9 из 97 пациентов основной группы). Гематома характеризуется гиперинтенсивным, иногда неоднородным сигналом на T2ВИ и изоинтенсивным – на T1ВИ. Послеоперационная гематома может приводить к деформации дурального мешка и компрессии нервов, клинически проявляясь болевым синдромом. В ранний период после оперативных вмешательств на поясничном отделе позвоночника выявлялись воспалительные изменения диска и окружающих его тел позвонков – дисцит, спондилодисцит, которые могут осложняться воспалительными изменениями в паравертебральных мягких тканях и эпидуральной клетчатке, вплоть до развития ограниченных эпидуральных абсцессов. *Промежуточный период* (от 3 мес до двух лет после операции) является оптимальным для выявления рецидивных грыж.

Рецидивные грыжи межпозвонковых дисков в промежуточный период были выявлены в 25 случаях. В этот же период эпидуральный рубец диагностирован в 13 наблюдениях, что статистически значимо выше, чем в остальных послеоперационных периодах ( $p = 0,001$ ). Промежуточный период является также оптимальным для определения характера рубцового процесса. В большинстве случаев эпидуральные рубцы бессимптомны, но при муфтообразном охвате корешка нарушается его трофика, ведущая к радикулоишемии. В целом осложнения в промежуточном послеоперационном периоде характеризуются появлением рецидивных грыж и развитием рубцового процесса. *Поздний послеоперационный период* (более двух лет) в основном характеризуется усилением дистрофического процесса. По данным авторов, у пациентов с наличием послеоперационного болевого синдрома в этот период наблюдался стеноз позвоночного канала как результат развития дегенеративно-дистрофического процесса. Причинами развития стеноза были грыжи межпозвонковых дисков, краевые остеофиты, гипертрофия связочного аппарата, нестабильность позвоночно-двигательного сегмента, врожденный узкий позвоночный канал. Более достоверно стеноз центрального позвоночного канала можно оценить на МР-томограммах в аксиальной плоскости, где визуализируются все отделы дурального мешка.

Глава 4 посвящена МРТ в оценке соседних с оперированным диском сегментов поясничного отдела позвоночника. У всех пациентов после операции в смежных позвоночно-двигательных сегментах нарастали явления остеохондроза, спондилоартроза выше- и нижележащих позвонков, развития стеноза межпозвонковых отверстий, спондилеза с компрессией межпозвонковых нервных корешков.

В главе 5 рассматриваются послеоперационные изменения при различных вариантах операций на поясничном отделе позвоночника. Авторы делают вывод, что, по данным МРТ поясничного отдела позвоночника, осложнения в виде рецидива грыжи, дисцита, спондилодисцита, эпидурального рубца, грыж на других уровнях, усиления дистрофического процесса могут встречаться при всех видах оперативного лечения. Однако наименьшее количество осложнений отмечено при микрохирургическом транслигаментозном доступе.

В «Заключении» в краткой форме авторы дают оценку проведенному исследованию и его результатам в свете дискуссии с данными литературы. Подчеркнуто, что МРТ – это оптимальный



метод оценки эффективности задних декомпрессивных операций по поводу межпозвонковых грыж поясничного отдела позвоночника.

Таким образом, монография П.М. Котлярова и В.А. Солодкого “Магнитно-резонансная томография поясничного отдела позвоночника после задних декомпрессивных операций” предостав-

ляет ценную информацию о состоянии позвоночника после оперативных вмешательств, восполняет пробел в диагностике изменений в различные сроки после операций.

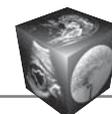
Книга представляет интерес для врачей-рентгенологов, занимающихся МРТ, неврологов, нейрохирургов.

Заведующий отделением компьютерной томографии  
Медицинского радиологического научного центра им. А.Ф. Цыба –  
филиала Федерального государственного бюджетного учреждения  
“Национальный медицинский исследовательский радиологический центр”  
Министерства здравоохранения РФ,  
доктор медицинских наук

**Силантьева Н.К.**

Главный научный сотрудник отделения МРТ  
Медицинского радиологического научного центра им. А.Ф. Цыба –  
филиала Федерального государственного бюджетного учреждения  
“Национальный медицинский исследовательский радиологический центр”  
Министерства здравоохранения РФ,  
доктор медицинских наук, профессор

**Березовская Т.П.**



# 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 sand. 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 balloon valvuloplasty: The United States Experience. Textbook of interventional cardiology, 2<sup>nd</sup> 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 подрисунков (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 подрисуючную 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](mailto:karmazanovsky@ixv.ru)