

Вестник рентгенологии и радиологии Russian Journal of Radiology

Научно-практический журнал
Выходит 1 раз в два месяца

Основан в 1920 году

Журнал входит в Перечень периодических научно-практических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в котором рекомендуется публикация основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора медицинских наук

Журнал индексируется: Web of Science, Index Medicus, Sciverse Scopus, Medline

Сайт журнала: rusradiology.ru

Главный редактор д. м. н., профессор **А.П. Савченко**
И.о. главного редактора д. м. н., профессор **И.Е. Тюрин**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д. м. н., профессор **С.А. Абугов** (заместитель главного редактора, Москва);
д. м. н., профессор, акад. Российской академии медицинских наук **Б.Г. Алякин** (Москва);
д. м. н., профессор **Я.С. Бабий** (Киев, Украина); д. м. н., профессор **Т.В. Балахонова** (Москва);
д. м. н., профессор **А.В. Брюханов** (Барнаул); д. м. н., профессор, чл.-корр. Российской академии медицинских наук **А.Ю. Васильев** (Москва); к. м. н. **Л.И. Дмитриева** (Москва);
д. м. н. **Е.А. Егорова** (Москва); д. м. н., профессор, акад. Российской академии медицинских наук **В.Н. Корниенко** (Москва); к. м. н., доцент **И.З. Коробкова** (ответств. секретарь, Москва);
д. м. н., профессор, акад. Национальной академии наук Беларуси **А.Н. Михайлов** (Минск, Беларусь); д. м. н., профессор, акад. Академии наук Республики Татарстан **М.К. Михайлов** (Казань); д. м. н., профессор **А.К. Морозов** (Москва); д. м. н., профессор **Л.А. Низовцова** (Москва); д. м. н., профессор **Е.Б. Ольхова** (Москва); д. м. н., профессор **А.Г. Осиев** (Новосибирск); д. м. н., профессор **В.А. Ратников** (Санкт-Петербург);
д. м. н., профессор **Т.В. Ридэн** (Москва); д. м. н., профессор **А.Н. Рогоза** (Москва);
д. м. н., профессор **Н.И. Рожкова** (Москва); д. м. н., профессор **В.Б. Сергиенко** (Москва);
д. м. н., профессор, президент Европейского конгресса радиологов **В.Е. Сииныцын** (заместитель главного редактора, Москва); д. м. н., профессор, чл.-корр. Российской академии медицинских наук **В.А. Солодкий** (Москва); д. м. н., профессор, акад. Российской академии медицинских наук **С.К. Терновой** (1-й заместитель главного редактора, Москва);
д. м. н., профессор **И.Е. Тюрин** (заместитель главного редактора, Москва);
д. м. н., профессор **В.М. Черемисин** (Санкт-Петербург); д. м. н. **О.В. Черкавская** (заведующая редакцией, Москва); д. м. н., профессор **М.А. Шария** (Москва);
д. м. н., профессор **Б.Е. Шахов** (Нижний Новгород); к. м. н. **Ш.Ш. Шотемор** (Москва)

4 июль–август 2014

Vestnik rentgenologii i radiologii

Russian Journal of Radiology

Scientific and practical journal

Issued once in two months

Founded in 1920

The journal is indexed: Web of Science, Index Medicus, Sciverse Scopus, Medline

Magazine site: rusradiology.ru

Editor-in-Chief MD, Professor **A.P. Savchenko**

Acting Editor-in-Chief MD, Professor **I.E. Tyurin**

EDITORIAL BOARD

MD, Professor **S.A. Abugov** (deputy editor, Moscow); MD, Professor, Academician of Russian Academy of Medical Sciences **B.G. Alekyan** (Moscow); MD, Professor **Ya.S. Babiy** (Kiev, Ukraine); MD, Professor **T.V. Balakhonova** (Moscow); MD, Professor **A.V. Bryukhanov** (Barnaul); MD, Professor, Academician of Russian Academy of Medical Sciences **A.Yu. Vasil'ev** (Moscow); Cand. Med. Sci. **L.I. Dmitrieva** (Moscow); MD **E.A. Egorova** (Moscow); MD, Professor, Academician of Russian Academy of Medical Sciences **V.N. Kornienko** (Moscow); Cand. Med. Sci., Associate Professor **I.Z. Korobkova** (executive secretary, Moscow); MD, Professor, Academician of National Academy of Sciences of Belarus **A.N. Mikhaylov** (Minsk, Belarus); MD, Professor, Academician of Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan **M.K. Mikhaylov** (Kazan); MD, Professor **A.K. Morozov** (Moscow); MD, Professor **L.A. Nizovtsova** (Moscow); MD, Professor **E.B. Ol'khova** (Moscow); MD, Professor **A.G. Osiev** (Novosibirsk); MD, Professor **V.A. Ratnikov** (St. Petersburg); MD, Professor **T.V. Riden** (Moscow); MD, Professor **A.N. Rogoza** (Moscow); MD, Professor **N.I. Rozhkova** (Moscow); MD, Professor **V.B. Sergienko** (Moscow); MD, Professor, President of the European Congress of Radiology **V.E. Sinitsyn** (deputy editor, Moscow); MD, Professor, Corresponding Member, Russian Academy of Medical Sciences **V.A. Solodkiy** (Moscow); MD, Professor, Academician of Russian Academy of Medical Sciences **S.K. Ternovoy** (1st deputy editor, Moscow); MD, Professor **I.E. Tyurin** (deputy editor, Moscow); MD, Professor **V.M. Cheremisin** (St. Petersburg); MD **O.V. Cherkavskaya** (Head of Editorial Board, Moscow); MD, Professor **M.A. Shariya** (Moscow); MD, Professor **B.E. Shakhov** (Nizhny Novgorod); Cand. Med. Sci. **Sh.Sh. Shotemor** (Moscow)

4 July–August 2014

Синицын В.Е., Комарова М.А., Мершина Е.А.

Сравнение низкой и высокой концентрации (270 и 320 мг йода/мл) изоосмолярного йодсодержащего контрастного препарата при выполнении многосрезовой компьютерно-томографической коронарографии: одноцентровое проспективное слепое рандомизированное исследование

Сивокозов И.В., Силина Т.Л., Королев В.Н., Праведников П.А., Ленский Б.С.

Первый опыт комбинированного применения эластографии и эндобронхиальной ультрасонографии при патологии средостения – предварительная оценка осуществимости и сравнение характеристик при различных доступах

Синицын В.Е., Петровичев В.С., Васильев П.В., Мершина Е.А.

Диагностическая эффективность мультidetекторной компьютерной томографии у пациентов, страдающих раком языка

Шепелева Л.П., Тюрин И.Е.

Компьютерно-томографическая картина неизмененных лимфатических узлов средостения у детей, не инфицированных микобактериями туберкулеза

Замышевская М.А., Завадовская В.Д., Удодов В.Д., Зоркальцев М.А., Григорьев Е.Г.

Роль магнитно-резонансной томографии при исследовании больных с синдромом диабетической стопы

5 Sinitsyn V.E., Komarova M.A., Mershina E.A.

Comparison of low- and high-concentration (270 and 320 mg I/ml) iso-osmolar iodinated contrast media in coronary CT angiography: a randomized prospective single-center blinded study

13 Sivokozov I.V., Silina T.L., Korolev V.N., Pravednikov P.A., Lenskiy B.S.

The first experience in using elastography in combination with endobronchial ultrasonography for mediastinal pathology: Preliminary assessment of feasibility and comparison of characteristics via different approaches

20 Sinitsyn V.E., Petrovichev V.S., Vasil'ev P.V., Mershina E.A.

Diagnostic efficiency of multidetector computed tomography in patients with tongue cancer

26 Shepeleva L.P., Tyurin I.E.

Computed tomography pattern of unchanged mediastinal lymph nodes in children with uninfected Mycobacterium tuberculosis

31 Zamyshvskaya M.A., Zavadovskaya V.D., Udodov V.D., Zorkal'tsev M.A., Grigor'ev E.G.

Role of magnetic resonance imaging in the study of patients with diabetic foot syndrome

**Ходжибекова М.М., Тютин Л.А.,
Костеников Н.А., Ильин Н.В.,
Виноградова Ю.Н.**

Прогностическое значение позитронной эмиссионной томографии с ¹⁸F-ФДГ в ранней оценке эффективности лечения больных неходжкинскими лимфомами

Случай из практики

**Герасимов А.М., Меркулов Е.В.,
Самко А.Н., Кошель И.Ю.**

Эмболизация ветвей маммарной артерии после операции маммарно-коронарного шунтирования

Обзоры литературы

**Хоружик С.А., Шиманец С.В.,
Карман А.В., Шаповал Е.В.**

Использование системы BI-RADS для интерпретации данных магнитно-резонансной маммографии при раке молочной железы

Правила для авторов

38

**Khodzhibekova M.M., Tyutin L.A.,
Kostenikov N.A., Il'in N.V.,
Vinogradova Yu.N.**

Prognostic value of ¹⁸F-FDG positron emission tomography in the early evaluation of the efficiency of treatment in patients with non-Hodgkin lymphomas

Clinical Note

42

**Gerasimov A.M., Merkulov E.V.,
Samko A.N., Koshel' I.Yu.**

Embolization of mammary artery branches after mammary artery bypass surgery

Reviews of Literature

46

**Kharuzhyk S.A., Shymanets S.V.,
Karman A.V., Shapoval E.V.**

Use of BI-RADS to interpret magnetic resonance mammography for breast cancer

61

Instructions for authors

Журнал «ВЕСТНИК РЕНТГЕНОЛОГИИ И РАДИОЛОГИИ»
Зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации
Регистрационный номер 0110962
Полная версия статей размещается на сайте электронной библиотеки **e-library.ru**

Адрес редакции: 121552, Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а,
корпус 4, каб. 332
ФГБУ «РКНПК» Министерства здравоохранения РФ
Телефоны: 8 (495) 414-62-94, 8 (916) 547-50-96
E-mail: vestnik-rentg@mail.ru

Подписной индекс в каталоге «Роспечать»:
71486 – для индивидуальных подписчиков, предприятий и организаций
81601 и 81602 – в объединенном каталоге «Пресса России. Газеты и журналы»

© Общество с ограниченной ответственностью «Лучевая диагностика»

Литературный редактор, корректор *Антонова И.В.*
Компьютерная верстка и графическая обработка материала *Матвеева Е.Н., Слыш О.В.*
Номер подписан в печать 21.08.2014
Формат 60 × 88 1/8; Печ. л. 8,0; Усл. печ. л. 7,84; Уч.-изд. л. 7,67
Сверстано и отпечатано в ФГБНУ «НЦССХ им. А.Н. Бакулева»
119049, Москва, Ленинский проспект, д. 8
т. 8-499-236-92-87

Сравнение низкой и высокой концентрации (270 и 320 мг йода/мл) изоосмолярного йодсодержащего контрастного препарата при выполнении многосрезовой компьютерно-томографической коронарографии: одноцентровое проспективное слепое рандомизированное исследование

В.Е. Синицын, д. м. н., профессор, директор Центра лучевой диагностики ЛРЦ;

М.А. Комарова, врач-рентгенолог Центра лучевой диагностики ЛРЦ;

Е.А. Мершина, к. м. н., заведующая отделением томографии Центра лучевой диагностики ЛРЦ

ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр» Министерства здравоохранения РФ,
Иваньковское шоссе, 3, Москва, 125367, Российская Федерация

Comparison of low- and high-concentration (270 and 320 mg I/ml) iso-osmolar iodinated contrast media in coronary CT angiography: a randomized prospective single-center blinded study

V.E. Sinitsyn, MD, PhD, DSc, Professor, Director of Center of Radiology of Federal Center of Treatment and Rehabilitation;

M.A. Komarova, Radiologist of Center of Radiology of Federal Center of Treatment and Rehabilitation;

E.A. Mershin, MD, PhD, Head of the Department of Tomography of Center of Radiology of Federal Center of Treatment and Rehabilitation

Federal Center of Treatment and Rehabilitation, Ministry of Health of the RF,
Ivan'kovskoe shosse, 3, Moscow, 125367, Russian Federation

Цель исследования – оценить качество изображений коронарных артерий (КА) при использовании протокола с низкой лучевой и йодной нагрузкой и обычного протокола обследования пациентов.

Материал и методы. В исследование были включены 60 пациентов. Многосрезовую компьютерно-томографическую (МСКТ) коронарографию проводили на 64-спиральном компьютерном томографе в режиме проспективной электрокардиографической синхронизации, с использованием ASIR 40%. При этом 30 пациентов были обследованы с использованием йодсодержащего контрастного вещества с низкой концентрацией йода (йодиксанол, 270 мг йода/мл) при низком напряжении тока на трубке (80 кВ) (группа 1); остальные 30 пациентов – с использованием йодсодержащего контрастного вещества с высокой концентрацией йода (йодиксанол, 320 мг йода/мл) при обычном напряжении тока на трубке (120 кВ) (группа 2). Качество полученных изображений КА оценивалось субъективно по четырехбалльной шкале, изображения были рандомизированы. Рентгеновская плотность внутри просвета коронарных артерий была измерена на уровне проксимальных и дистальных сегментов передней межжелудочковой артерии (ПМЖА) и правой коронарной артерии (ПКА).

Результаты. Возраст, частота сердечных сокращений, индекс массы тела пациентов и параметры сканирования (за исключением напряжения тока на трубке) статистически значимо не отличались по группам. Анализ полученных изображений КА не выявил достоверных отличий их качества при использовании йодиксанола-270 и йодиксанола-320 (соответственно $1,28 \pm 0,28$ и $1,34 \pm 0,29$, $p=0,4$). Не было получено статистически значимых различий измеренной плотности дистальных сегментов ПКА и ПМЖА в двух группах. Плотность, измеренная в просвете проксимальных сегментов ПКА и ПМЖА, была достоверно ниже во 2-й группе пациентов ($p<0,05$).

Заключение. Проведение МСКТ-коронарографии по протоколу низкой лучевой и низкой йодной нагрузки позволяет сделать данное исследование более безопасным для пациента, не приводит к потере диагностической информации и снижению качества изображений.

Objective: to compare the image quality at coronary multidetector computed tomography (MDCT) using low-dose and low-iodine protocol study in comparison with the standard protocol.

Material and methods. In study included 60 patients undergoing coronary computed tomography angiography. All examinations were performed with 64-row MDCT using prospective ECG-gating and ASIR 40%. 30 patients were examined using a low-concentration (Iodixanol, 270 mg I/ml) iodinated contrast medium and low tube voltage (80 kV) (group 1), 30 patients – using of high-concentration (Iodixanol, 320 mg I/ml) iodinated contrast medium and standard tube voltage (120 kV) (group 2). Image quality of coronary arteries was evaluated using a four-point grading scale, images were randomised. Intra-arterial density was measured for the proximal and distal segments of left anterior descending artery (LAD) and right coronary artery (RCA).

Results. Age, heart rate, BMI and scan parameters were not statistically different between the two groups. Analysis of coronaries visualization revealed the same image quality for group 1 and group 2 (image quality scores were $1,28 \pm 0,28$ vs. $1,34 \pm 0,29$, $p=0,4$). There was no significant difference between mean enhancement values in the distal segments of RCA and LAD for the two groups. Intra-arterial density for proximal LAD and proximal RCA for the group 2 were significantly lower ($p<0,05$) than those values for the group 1.

Conclusion. The use of low-dose and low-iodine protocol can be beneficial for patient safety and for image quality without loss of diagnostic information.

Ключевые слова: атеросклероз, проспективная электрокардиографическая синхронизация, лучевая нагрузка, итеративная реконструкция, многосрезовая компьютерно-томографическая коронарография, йодсодержащие рентгеноконтрастные средства
Index terms: atherosclerosis, prospective electrocardiography-gating, radiation exposure, iterative reconstruction, coronary computed tomography angiography, iodinated contrast media

Введение

В настоящее время доказано, что многосрезовая компьютерно-томографическая (МСКТ) коронарография обладает высокой точностью в диагностике заболеваний коронарных артерий (КА) и, возможно, в скором времени сможет заменить проведение обычной инвазивной коронарографии [1–8]. Несмотря на это, многие исследователи считают, что основные ограничения использования данного метода визуализации связаны с недостаточным количеством сведений о его безопасности для пациентов. В частности, основные проблемы безопасности МСКТ КА связаны с лучевой нагрузкой, которая приводит к повышенному риску развития рака, и йодной нагрузкой на пациента, увеличивающей риск развития контраст-индуцированной нефропатии [8–11].

Лучевая нагрузка при проведении МСКТ-коронарографии может варьировать в широких пределах – от 5 до 30 мЗв. Были предложены различные методы, позволяющие снизить лучевую нагрузку на пациента: использование проспективной синхронизации с ЭКГ, модулирование силы тока и напряжения тока на трубке, использование новых объемных компьютерных томографов с 320 рядами детекторов. Новый алгоритм статистической итеративной реконструкции «сырых» данных МСКТ (Adaptive Statistical Iterative Reconstruction, ASIR) был разработан в качестве альтернативы фильтрованному алгоритму обратных проекций (FBP). Данный алгоритм реконструкции позволяет уменьшить уровень шума изображений и тем самым улучшить их качество [12, 13].

Существует ограниченное количество зарубежных публикаций, в которых было продемонстрировано, что использование современных КТ-сканеров позволяет проводить исследование с низкой лучевой и йодной нагрузкой без снижения качества

полученного изображения и потери диагностической информации и таким образом сделать исследование безопасным для пациента [11–15].

Большинство других доступных нам публикаций посвящено возможностям снижения либо лучевой нагрузки, либо объема и концентрации вводимого контрастного вещества (КВ). Работы, включающие комплексный анализ, отсутствуют.

Цель нашего исследования – оценить качество изображений КА при использовании протокола с низкой лучевой и йодной нагрузкой и обычного протокола обследования пациентов.

Материал и методы

В исследование планировалось включить 107 пациентов, направленных в 2013 г. в ЛРЦ Минздрава РФ для оценки состояния КА.

Основными критериями включения пациентов в исследование являлись: показания к МСКТ-коронарографии (наличие или подозрение на ишемическую болезнь сердца или другое заболевание сердца), возраст 40–80 лет, синусовый ритм, отсутствие противопоказаний к введению контрастного вещества, отсутствие противопоказаний к применению бета-блокаторов.

Основными критериями исключения из исследования являлись:

- беременные или кормящие женщины;
- возраст младше 40 или старше 80 лет;
- нарушения сердечного ритма, частые (более 5 в минуту) экстрасистолы;
- вес пациента более 100 кг;
- наличие противопоказаний к введению контрастного препарата;
- III–IV ФК сердечной недостаточности по NYHA;
- использование контрастного вещества в течение 48 ч до выполнения настоящего исследования;
- гиперчувствительность к активному компоненту препарата

или любому вспомогательному веществу;

- тяжелый тиреотоксикоз;
- серьезные побочные реакции на йодиксанол в анамнезе.

В связи с несоответствием критериям включения и наличием критериев исключения 47 пациентов были исключены из исследования. Пациенты с установленными коронарными стентами и электрокардиостимуляторами, а также перенесшие операцию аортокоронарного шунтирования, были включены в исследование.

Таким образом, были проанализированы результаты исследования КА у 60 пациентов (22 женщины, 38 мужчин). Средний возраст пациентов составил $59 \pm 9,7$ года.

Пациентам с ЧСС более 80 уд/мин за 15–20 мин до исследования внутривенно вводили β -блокаторы (метопролол, 15–20 мг). Сканирование осуществляли в краниокаудальном направлении, на уровне от корня аорты (выше отхождения коронарных артерий) до верхушки сердца, на задержке дыхания.

Всем пациентам МСКТ проводили на мультиспиральном компьютерном томографе Discovery CT 750 MD (General Electric) с использованием проспективной синхронизации с ЭКГ и алгоритма итеративной статистической реконструкции (ASIR 40%).

Пациенты были обследованы с использованием двух разных протоколов сканирования.

В 1-ю группу вошли 30 пациентов, у которых МСКТ выполняли по протоколу низкодозной и низкой йодной нагрузки. Параметры сканирования были следующие: толщина среза 0,625 мм, сила тока на трубке 500–700 мА, напряжение тока на трубке 80 кВ, матрица изображения 512×512, алгоритм реконструкции – ASIR 40%. Пациентам вводили изоосмолярный йодсодержащий контрастный препарат с низкой концентрацией йода (йодиксанол, 270 мг йода/мл).

Во 2-ю группу включены 30 пациентов, у которых использовался

Клиническая характеристика пациентов и технические параметры протоколов сканирования

Параметр	1-я группа	2-я группа	<i>p</i>
Возраст, лет	55,2±10,3	58,1±11,5	0,54
ЧСС, уд/мин	57,8±8	57,7±5,6	0,94
ИМТ, кг/м ²	26±3,5	26±2,7	0,98
Среднее значение КИ	102±212	192±379	0,27
Максимальный КИ	695	1805	–
Значения КИ, %			–
0–10	66,6	40	
11–100	16,7	23,3	
101–400	0	23,3	
>400	16,7	13,4	
Напряжение тока, кВ	80	120	–
Сила тока, мА	575±59,9	575,6±64,3	0,7
Синхронизация с ЭКГ	Проспективная	Проспективная	–
Алгоритм реконструкции	ASIR 40%	ASIR 40%	–
Контрастный препарат	Йодиксанол, 270 мг йода/мл	Йодиксанол, 320 мг йода/мл	–
Скорость введения, мл/с	4–5	4–5	–
Объем контрастного препарата, мл	84,3±10,6	87,9±9,4	0,49
Реакция на контрастный препарат	Нет	Нет	–



Рис. 1. МСКТ-коронарография, мультипланарные реконструкции (МПР) КА. Субъективная оценка качества изображений КА: *a* – 1 балл; *б* – 2 балла; *в* – 3 балла; *г* – 4 балла.

стандартный протокол МСКТ-исследования. Параметры сканирования были следующие: толщина среза 0,625 мм, сила тока на трубке 500–750 мА, напряжение тока на трубке 120 кВ, матрица изображения 512×512, алгоритм реконструкции – ASIR 40%. В данной группе применяли изосмолярный йодсодержащий контрастный препарат с высокой концентрацией йода (йодиксанол, 320 мг йода/мл).

Объем вводимого контрастного вещества рассчитывали, исходя из веса пациента (1 мл на 1 кг

веса). Характеристика вошедших в исследование пациентов представлена в таблице 1. Кальциевый индекс (КИ) по группам статистически значимо не различался.

Анализ качества полученных в ходе исследования изображений КА включал:

1) субъективную оценку по четырехбалльной шкале: 1 балл – отличная визуализация сосудистой стенки, без её прерывистости; 2 балла – минимальные артефакты от движения, не влияющие на интерпретацию изображений, отсутствие степ-артефактов; 3 бал-

ла – некоторое количество артефактов, связанных с движением либо с высоким шумом, степ-артефакты и прерывистости структуры КА на небольшом протяжении; 4 балла – недиагностические изображения (отсутствие четкого изображения сосудистой стенки из-за артефактов движения, наличие прерывистости или смазанность контуров КА) (рис. 1); 2) измерение плотности в просветах правой КА и передней межжелудочковой артерии (ПМЖА) (в проксимальном и дистальном сегментах) (рис. 2);

3) измерение уровня сигнала, шума и соотношения сигнал/шум (С/Ш, SNR) в корне восходящей аорты, полостях левого и правого желудочка, а также в миокарде ЛЖ (рис. 3).

При оценке всех показателей качества изображения использовали слепой метод – изображения были рандомизированы, то есть врач-рентгенолог, оценивающий качество контрастирования, не знал, по какому протоколу обследовали конкретного пациента.

У всех пациентов оценивались показатели CTDI (CT Dose Index) и DLP (Dose Length Product). Исходя из показателей DLP, у обследуемого рассчитывалась эффективная доза (E) с использованием коэффициента пересчета:

$$E = DLP * E (DLP),$$

где E (DLP) – нормализованная эффективная доза для исследования грудной полости в соответствии с «Европейским руководством по критериям качества для компьютерной томографии», равная 0,014 мЗв/мГр*см.

Полученные данные были обработаны на компьютере с использованием пакета статистических программ MedCalc, Microsoft Excel 7.0, Statistica v.6.0. Для определения нормальности распределения признака в выборке использовался тест Шапиро–Уилка и критерий Колмогорова–Смирнова. Для выявления существенных различий между средними значениями различных совокупностей сопоставляемых групп больных применялся критерий Манна–Уитни как непараметрический статистический критерий. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Возраст, ЧСС, ИМТ, КИ пациентов двух групп статистически значимо не отличались (см. таблицу 1). Параметры протокола сканирования (сила тока на трубке, объем введенного кон-

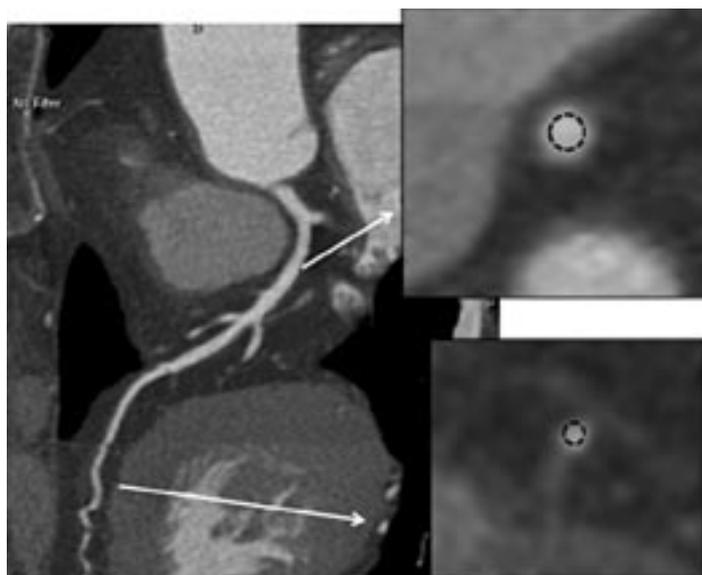


Рис. 2. МСКТ-коронарография, МПР КА. Измерение плотности в проксимальном и дистальном сегментах правой коронарной артерии (ПКА).

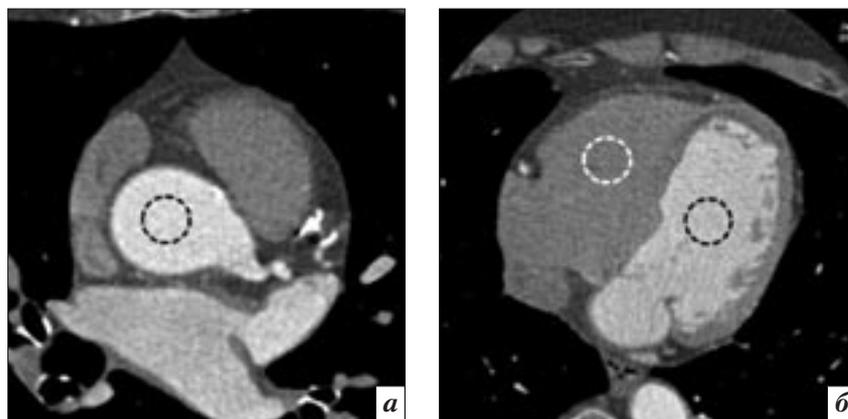


Рис. 3. МСКТ-коронарография, аксиальные изображения. Оценка уровня сигнала, шума и соотношения сигнал/шум в корне восходящей аорты (а), в полостях левого и правого желудочка (б). Зона интереса (ROI) составила 100 мм².

трастного вещества и скорость его введения) также статистически значимо не различались.

По результатам анализа полученных изображений в двух группах достоверных отличий их качества не выявлено. Средние значения показателей качества составили: в 1-й группе $1,28 \pm 0,28$, во 2-й группе $1,34 \pm 0,29$ ($p = 0,4$).

Значения показателей плотности в просветах КА на уровне проксимальных и дистальных сегментов представлены в таблице 2. Как в 1-й, так и во 2-й группе было достигнуто хорошее контрастирование КА. Ни у одного пациента не было получено значения плотности в просвете КА

ниже 200 HU. По результатам анализа плотность в проксимальных сегментах ПМЖА и ПКА была выше в 1-й группе пациентов. Показатели плотности в дистальных сегментах ПМЖА и ПКА в 1-й и 2-й группах статистически значимо не различались.

Показатели сигнала и шума на уровне ВА, полости ЛЖ, полости ПЖ были достоверно выше в 1-й группе пациентов ($p < 0,05$). Рассчитанные соотношения сигнал/шум на уровне ВА, полости ЛЖ и в миокарде ЛЖ были достоверно ниже в 1-й группе пациентов (рис. 4).

Показатели лучевой и йодной нагрузки были ниже в 1-й группе

Результаты анализа качества полученных изображений

Параметр	1-я группа	2-я группа	<i>p</i>
Субъективная оценка, баллы*	1,28 ± 0,28	1,34 ± 0,29	0,4
Плотность в проксимальном сегменте ПМЖА, НУ**	440 [354–530]	342,6 [310–380]	0,0003
Плотность в дистальном сегменте ПМЖА, НУ**	265 [206–302]	224,3 [204–255]	0,058
Плотность в проксимальном сегменте ПКА, НУ**	385,3 [310–512]	322,4 [271–367]	0,006
Плотность в дистальном сегменте ПКА, НУ**	296 [230–404]	278,5 [215,8–306]	0,066

* Среднее значение ± стандартное отклонение.

** Медиана [межквартильный размах].

пациентов (табл. 3). В ходе исследования отмечено значимое снижение эффективной дозы облучения (на 66,6%; $p < 0,0001$) в 1-й группе пациентов за счет снижения напряжения тока на трубке. Медиана *E* в 1-й группе составила 1,7 мЗв, во 2-й группе – 5,1 мЗв (рис. 5).

Йодная нагрузка в 1-й группе при применении контрастного вещества с концентрацией йода 270 мг/мл составила 23,7 г, что было на 18% ниже ($p < 0,0001$), чем при использовании контрастного вещества с концентрацией йода 320 мг/мл (йодная нагрузка во 2-й группе составила 28,8 г).

Обсуждение

Как показали полученные нами результаты, благодаря появлению современных КТ-сканеров, обладающих новыми алгоритмами реконструкции изображений, можно проводить исследования с низкой лучевой и низкой йодной нагрузкой и при этом сохранить качество изображений. Разработанный в данном исследовании новый протокол эффективен у пациентов с нормальным или несколько избыточным весом (менее 100 кг), с низкой ЧСС и регулярным синусовым ритмом.

Согласно субъективному анализу, показатели качества изображения, оцененные в 1 балл (рис. 6), так же как и изображения с плохим качеством (показатель 3 балла), встречались в обеих группах пациентов.

Необходимо отметить, что на интраартериальную плотность влияет не только концентрация йода, но и ряд других параметров, среди которых объем вводи-

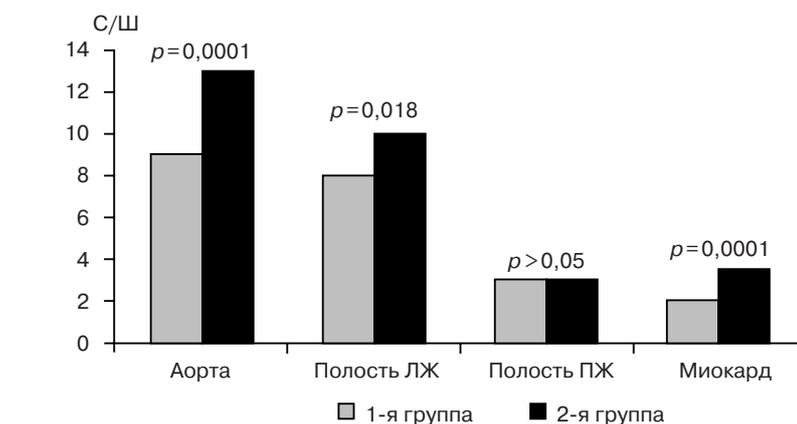


Рис. 4. Показатели С/Ш, рассчитанные на разных уровнях, в двух группах пациентов.

Таблица 3

Показатели лучевой и йодной нагрузки на пациентов

Показатель*	1-я группа	2-я группа	<i>p</i>
CTDI, мГр	7,7 [7–7,7]	22 [19–22,97]	<0,0001
DLP, мГр×см	121,8 [108,2–135,4]	367,7 [308,3–401,9]	<0,0001
<i>E</i> , мЗв	1,7 [1,5–1,9]	5,1 [4,3–5,6]	<0,0001
Йодная нагрузка, г	23,7 [21,6–24,3]	28,8 [25,6–30,4]	<0,0001

* Медиана [межквартильный размах].

мого КВ, объем и скорость введения физиологического раствора, а также параметры сканирования (напряжение тока на трубке). Кроме того, на показатели плотности влияет ряд антропометрических и гемодинамических характеристик пациента: вес, рост, ИМТ, сердечный выброс [16]. В нашей работе антропометрические и гемодинамические характеристики пациентов, а также объем и скорость введения КВ в двух группах значимо не различались. Полученные различия показателей плотности просвета проксимальных сегментов ПМЖА и ПКА, уровня сигнала, шума и С/Ш, измеренных на разных уровнях, были связаны со снижением напряжения тока на трубке до 80 кВ

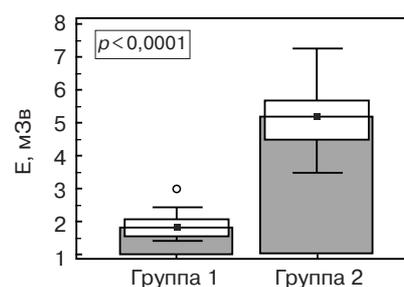


Рис. 5. Достоверное снижение эффективной дозы облучения в 1-й группе за счет снижения напряжения тока на трубке.

с целью максимального снижения лучевой нагрузки на пациента в 1-й группе. Необходимо отметить, что, несмотря на данные различия, субъективный анализ не показал достоверного снижения качества изображений КА

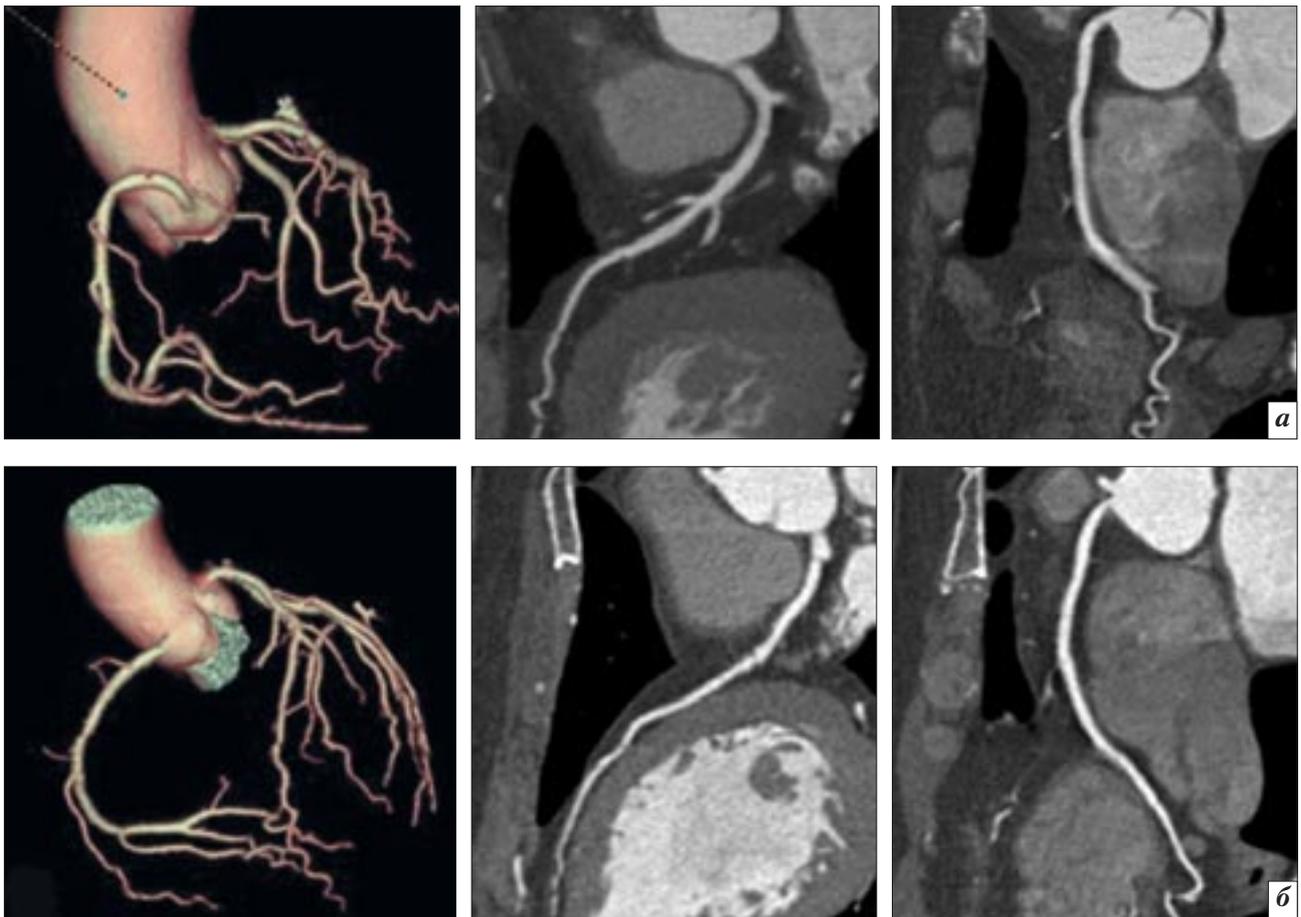


Рис. 6. МСКТ-коронарография с проспективной ЭКГ-синхронизацией и ASIR 40% (МПП и объемный рендеринг КА): *а* – отличное качество изображений КА при напряжении тока на трубке 80 кВ и использовании контрастного препарата с низкой концентрацией йода; *б* – отличное качество изображений КА при напряжении тока на трубке 120 кВ и использовании контрастного препарата с высокой концентрацией йода. Снижение лучевой и йодной нагрузки на пациента с сохранением качества изображений КА делает выполнение МСКТ-коронарографии безопасным для пациента.

и не привел к потере диагностической информации.

По результатам ранее проведенных исследований плотность внутри просвета КА в пределах от 200 до 350 НУ является оптимальной для диагностики патологических изменений [17–20]. В ряде работ было показано, что повышение интраартериальной плотности в просвете КА может увеличить точность диагностики стенозов. В то время как очень высокая плотность может повлиять на интерпретацию степени стеноза, особенно в случае наличия кальцинированных бляшек. Как известно, повышение плотности просвета КА может быть достигнуто при введении КВ в большем объеме или использовании КВ с большей концентрацией йода, что, в свою очередь, связано с повышенным риском контраст-

индуцированной нефропатии и, следовательно, с более высокими показателями заболеваемости и смертности [21, 22]. В связи с этим снижение объема КВ и концентрации йода во вводимом КВ является основным фактором, позволяющим снизить частоту развития контраст-индуцированной нефропатии [23–25]. Кроме того, внезапное воздействие высоких объемов КВ может вызвать гипер- или гипотиреоз, даже у пациентов, не имевших ранее дисфункции щитовидной железы [26].

В нашей работе было продемонстрировано, что использование контрастного препарата с более низкой концентрацией йода позволяет снизить йодную нагрузку на пациента и тем самым уменьшить риск развития возможных осложнений, при адекватном контрастировании КА.

Нами было отмечено, что градиент плотности в просвете КА снижается в дистальных сегментах. Данные результаты согласуются с полученными в более ранних исследованиях [27–29]. Однако причина этого феномена не изучена до конца. Одни авторы связывают разницу в градиенте плотности с потоком [29], другие считают, что она может быть вызвана влиянием протокола введения КВ [27].

Благодаря снижению напряжения тока на трубке и использованию проспективной ЭКГ-синхронизации нами было достигнуто также значительное снижение лучевой нагрузки на пациента (на 66,6%). Полученные результаты согласуются с данными предыдущих исследований, которые показали, что использование ASIR-алгоритма приводит к снижению

лучевой нагрузки на пациента на 32–65%, без снижения качества изображений [13, 30–33].

Заключение

Благодаря появлению современных компьютерных томографов проведение МСКТ-коронарографии по протоколу низкой лучевой и низкой йодной нагрузки позволяет сделать данное исследование безопасным для пациента и не приводит к потере диагностической информации и снижению качества изображений.

Литература

1. Van Werkhoven J.M., Schuijf J.D., Jukema J.W. et al. Anatomic correlates of a normal perfusion scan using 64-slice computed tomographic coronary angiography. *Am. J. Cardiol.* 2008; 101: 404–5.
2. Schuijf J.D., Pundziute G., Jukema J.W. et al. Diagnostic accuracy of 64-slice multislice computed tomography in the noninvasive evaluation of significant coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 2006; 98: 145–8.
3. Groen J.M., Greuter M.J., Vliegenhart R. et al. Calcium scoring using 64-slice MDCT, dual source CT and EBT: a comparative phantom study. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2008; 24: 547–56.
4. Henneman M.M., Schuijf J.D., Pundziute G. et al. Noninvasive evaluation with multislice computed tomography in suspected acute coronary syndrome: plaque morphology on multislice computed tomography versus coronary calcium score. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008; 52: 216–22.
5. Budoff M.J., Shaw L.J., Liu S.T. et al. Long-term prognosis associated with coronary calcification: observations from a registry of 25,253 patients. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 49: 1860–70.
6. Van de Wal R.M., van Werkum J.W., le Cocq d'Armandville M.C. et al. Giant aneurysm of an aortocoronary venous bypass graft compressing the right ventricle. *Neth. Heart J.* 2007; 15: 252–4.
7. De Leeuw J.G., Wardeh A., Sramek A., van der Wall E.E. Pseudo-aortic dissection after primary PCI. *Neth. Heart J.* 2007; 15: 265–6.
8. Braun S., van der Wall E.E., Emanuelsson S., Kobrin I. Effects of a new calcium antagonist, mibefradil (Ro 40–5967), on silent ischemia in patients with stable chronic angina pectoris: a multicenter placebo-controlled study. The mibefradil international study group. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1996; 27: 317–22.
9. Ten Kate G.J., Wuestink A.C., de Feyter P.J. Coronary artery anomalies detected by MSCT-angiography in the adult. *Neth. Heart J.* 2008; 16: 369–75.
10. Schoenhagen P., Reiber H. Focus on radiation exposure from cardiovascular imaging with computed tomography. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2009; 25: 417–9.
11. Christensen J.D., Meyer L.T., Hurwitz L.M., Boll D.T. Effects of iopamidol-370 versus iodixanol-320 on coronary contrast, branch depiction, and heart rate variability in dual-source coronary MDCT angiography. *AJR.* 2011; 197 (3): 445–51.
12. Hausleiter J., Meyer T., Hermann F. et al. Estimated radiation dose associated with cardiac CT angiography. *JAMA.* 2009; 301: 500–7.
13. Tumor O., Soon K., Brown F., Mykytowycz M. New scanning technique using Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASIR) significantly reduced the radiation dose of cardiac CT. *J. Med. Imag. Radiation Oncol.* 2013; 57 (3): 292–6.
14. Gao Y., Lu B., Hou Z., Yu F. et al. Low dose dual-source CT angiography in infants with complex congenital heart disease: a randomized study. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81 (7): 789–95.
15. Nyman U., Elmståhl B., Geijer H. et al. Iodine contrast iso-attenuating with diagnostic gadolinium doses in CTA and angiography results in ultra-low iodine doses. A way to avoid both CIN and NSF in azotemic patients? *Eur. Radiol.* 2011; 21(2): 326–36.
16. Lembcke A., Schwenke C., Hein P.A. et al. High-pitch dual-source CT coronary angiography with low volumes of contrast medium. *Eur. Radiol.* 2013; 24 (1): 24–45.
17. Becker C.R., Hong C., Knez A. et al. Optimal contrast application for cardiac 4-detector-row computed tomography. *Invest. Radiol.* 2003; 38: 690–4.
18. Yamamuro M., Tadamura E., Kanao S. et al. Coronary angiography by 64-detector row computed tomography using low dose of contrast material with saline chaser: influence of total injection volume on vessel attenuation. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2007; 31: 272–80.
19. Bae K.T., Seeck B.A., Hildeboldt C.F. et al. Contrast enhancement in cardiovascular MDCT: effect of body weight, height, body surface area, body mass index, and obesity. *Am. J. Roentgenol.* 2008; 190: 777–84.
20. Cademartiri F., Mollet N.R., van der Lugt A. et al. Intravenous contrast material administration at helical 16-detector row CT coronary angiography: effect of iodine concentration on vascular attenuation. *Radiology.* 2005; 236: 661–5.
21. From A.M., Bartholmai B.J., Williams A.W. et al. Mortality associated with nephropathy after radiographic contrast exposure. *Mayo Clin. Proc.* 2008; 83: 1095–100.
22. Toprak O. Conflicting and new risk factors for contrast induced nephropathy. *J. Urol.* 2007; 178: 2277–83.
23. Thomsen H.S. Current evidence on prevention and management of contrast-induced nephropathy. *Eur. Radiol.* 2008; 17 (6): 33–7.
24. Thomsen H.S., Morcos S.K., Barrett B.J. Contrast-induced nephropathy: the wheel has turned 360 degrees. *Acta Radiol.* 2008; 49: 646–57.
25. McCullough P.A. Contrast-induced acute kidney injury. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008; 51: 1419–28.
26. Rhee C.M., Bhan I., Alexander E.K., Brunelli S.M. Association between iodinated contrast media exposure and incident hyperthyroidism and hypothyroidism. *Arch. Intern. Med.* 2012; 172: 153–9.
27. Seifarth H., Puesken M., Kalafut J.F. et al. Introduction of an individually optimized protocol for the injection of contrast medium for coronary CT angiography. *Eur. Radiol.* 2009; 19: 2373–82.
28. Hein P.A., May J., Rogalla P., Butler C., Hamm B., Lembcke A. Feasibility of contrast material volume reduction in coronary artery imaging using 320-slice volume CT. *Eur. Radiol.* 2010; 20: 1337–43.
29. Steigner M.L., Mitsouras D., Whitmore A.G. et al. Iodinated contrast opacification gradients in normal coronary arteries imaged with prospectively ECG-gated single heart beat 320-detector row computed tomography. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2010; 3: 179–86.
30. Leipsic J., Labounty T.M., Heilbron B. et al. Estimated radiation dose reduction using adaptive statistical iterative reconstruction in coronary CT angiography: the ERASIR study. *AJR.* 2010; 195: 655–60.
31. Hara A.K., Paden R.G., Silva A.C., Kujak J.L., Lawder H.J., Pavlicek W. Iterative reconstruction technique for reducing body radiation dose at CT: feasibility study. *AJR.* 2009; 193: 764–71.
32. Leipsic J., LaBounty T.M., Heilbron B. et al. Adaptive statistical iterative reconstruction: assessment of image noise and image quality in coronary CT angiography. *AJR.* 2010; 195: 649–54.

33. Синицын В.Е., Глазкова М.А., Мершина Е.А., Архипова И.М. Возможности снижения лучевой нагрузки при проведении МСКТ-коронарографии: использование адаптивной статистической итеративной реконструкции. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2012; 18 (3): 44–9.

References

1. Van Werkhoven J.M., Schuijf J.D., Jukema J.W. et al. Anatomic correlates of a normal perfusion scan using 64-slice computed tomographic coronary angiography. *Am. J. Cardiol.* 2008; 101: 404–5.
2. Schuijf J.D., Pundziute G., Jukema J.W. et al. Diagnostic accuracy of 64-slice multislice computed tomography in the noninvasive evaluation of significant coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 2006; 98: 145–8.
3. Groen J.M., Greuter M.J., Vliegenhart R. et al. Calcium scoring using 64-slice MDCT, dual source CT and EBT: a comparative phantom study. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2008; 24: 547–56.
4. Henneman M.M., Schuijf J.D., Pundziute G. et al. Noninvasive evaluation with multislice computed tomography in suspected acute coronary syndrome: plaque morphology on multislice computed tomography versus coronary calcium score. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008; 52: 216–22.
5. Budoff M.J., Shaw L.J., Liu S.T. et al. Long-term prognosis associated with coronary calcification: observations from a registry of 25,253 patients. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 49: 1860–70.
6. Van de Wal R.M., van Werkum J.W., le Cocq d'Armandville M.C. et al. Giant aneurysm of an aortocoronary venous bypass graft compressing the right ventricle. *Neth. Heart J.* 2007; 15: 252–4.
7. De Leeuw J.G., Wardeh A., Sramek A., van der Wall E.E. Pseudo-aortic dissection after primary PCI. *Neth. Heart J.* 2007; 15: 265–6.
8. Braun S., van der Wall E.E., Emanuelsson S., Kobrin I. Effects of a new calcium antagonist, mibefradil (Ro 40–5967), on silent ischemia in patients with stable chronic angina pectoris: a multicenter placebo-controlled study. The mibefradil international study group. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1996; 27: 317–22.
9. Ten Kate G.J., Wuestink A.C., de Feyter P.J. Coronary artery anomalies detected by MSCT-angiography in the adult. *Neth. Heart J.* 2008; 16: 369–75.

10. Schoenhagen P., Reiber H. Focus on radiation exposure from cardiovascular imaging with computed tomography. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2009; 25: 417–9.
11. Christensen J.D., Meyer L.T., Hurwitz L.M., Boll D.T. Effects of iopamidol-370 versus iodixanol-320 on coronary contrast, branch depiction, and heart rate variability in dual-source coronary MDCT angiography. *AJR.* 2011; 197 (3): 445–51.
12. Hausleiter J., Meyer T., Hermann F. et al. Estimated radiation dose associated with cardiac CT angiography. *JAMA.* 2009; 301: 500–7.
13. Tumor O., Soon K., Brown F., Mykytowycz M. New scanning technique using Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASIR) significantly reduced the radiation dose of cardiac CT. *J. Med. Imag. Radiation Oncol.* 2013; 57 (3): 292–6.
14. Gao Y., Lu B., Hou Z., Yu F. et al. Low dose dual-source CT angiography in infants with complex congenital heart disease: a randomized study. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81 (7): 789–95.
15. Nyman U., Elmståhl B., Geijer H. et al. Iodine contrast iso-attenuating with diagnostic gadolinium doses in CTA and angiography results in ultra-low iodine doses. A way to avoid both CIN and NSF in azotemic patients? *Eur. Radiol.* 2011; 21(2): 326–36.
16. Lembcke A., Schwenke C., Hein P.A. et al. High-pitch dual-source CT coronary angiography with low volumes of contrast medium. *Eur. Radiol.* 2013; 24 (1): 24–45.
17. Becker C.R., Hong C., Knez A. et al. Optimal contrast application for cardiac 4-detector-row computed tomography. *Invest. Radiol.* 2003; 38: 690–4.
18. Yamamuro M., Tadamura E., Kanao S. et al. Coronary angiography by 64-detector row computed tomography using low dose of contrast material with saline chaser: influence of total injection volume on vessel attenuation. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2007; 31: 272–80.
19. Bae K.T., Seeck B.A., Hildeboldt C.F. et al. Contrast enhancement in cardiovascular MDCT: effect of body weight, height, body surface area, body mass index, and obesity. *Am. J. Roentgenol.* 2008; 190: 777–84.
20. Cademartiri F., Mollet N.R., van der Lugt A. et al. Intravenous contrast material administration at helical 16-detector row CT coronary angiography: effect of iodine concentration on vascular attenuation. *Radiology.* 2005; 236: 661–5.
21. From A.M., Bartholmai B.J., Williams A.W. et al. Mortality associated with nephropathy after radiographic contrast exposure. *Mayo Clin. Proc.* 2008; 83: 1095–100.
22. Toprak O. Conflicting and new risk factors for contrast induced nephropathy. *J. Urol.* 2007; 178: 2277–83.
23. Thomsen H.S. Current evidence on prevention and management of contrast-induced nephropathy. *Eur. Radiol.* 2008; 17 (6): 33–7.
24. Thomsen H.S., Morcos S.K., Barrett B.J. Contrast-induced nephropathy: the wheel has turned 360 degrees. *Acta Radiol.* 2008; 49: 646–57.
25. McCullough P.A. Contrast-induced acute kidney injury. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008; 51: 1419–28.
26. Rhee C.M., Bhan I., Alexander E.K., Brunelli S.M. Association between iodinated contrast media exposure and incident hyperthyroidism and hypothyroidism. *Arch. Intern. Med.* 2012; 172: 153–9.
27. Seifarth H., Puesken M., Kalafut J.F. et al. Introduction of an individually optimized protocol for the injection of contrast medium for coronary CT angiography. *Eur. Radiol.* 2009; 19: 2373–82.
28. Hein P.A., May J., Rogalla P., Butler C., Hamm B., Lembcke A. Feasibility of contrast material volume reduction in coronary artery imaging using 320-slice volume CT. *Eur. Radiol.* 2010; 20: 1337–43.
29. Steigner M.L., Mitsouras D., Whitmore A.G. et al. Iodinated contrast opacification gradients in normal coronary arteries imaged with prospectively ECG-gated single heart beat 320-detector row computed tomography. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2010; 3: 179–86.
30. Leipsic J., Labounty T.M., Heilbron B. et al. Estimated radiation dose reduction using adaptive statistical iterative reconstruction in coronary CT angiography: the ERASIR study. *AJR.* 2010; 195: 655–60.
31. Hara A.K., Paden R.G., Silva A.C., Kujak J.L., Lawder H.J., Pavlicek W. Iterative reconstruction technique for reducing body radiation dose at CT: feasibility study. *AJR.* 2009; 193: 764–71.
32. Leipsic J., LaBounty T.M., Heilbron B. et al. Adaptive statistical iterative reconstruction: assessment of image noise and image quality in coronary CT angiography. *AJR.* 2010; 195: 649–54.
33. Sinitsyn V.E., Glazkova M.A., Meršina E.A., Arkhipova I.M. Possibilities of decreasing radiation load during MRCT coronarography: using adaptive statistic iterative reconstruction. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2012; 18 (3): 44–9.

Поступила 15.04.2014

Первый опыт комбинированного применения эластографии и эндобронхиальной ультрасонографии при патологии средостения – предварительная оценка осуществимости и сравнение характеристик при различных доступах

И.В. Сивокозов¹, врач-эндоскопист;
Т.Л. Силина², врач-эндоскопист;
В.Н. Королев³, к. м. н., врач-эндоскопист;
П.А. Праведников⁴, врач-эндоскопист;
Б.С. Ленский⁴, заведующий отделением эндоскопии

¹ ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза» РАМН,
Яузская аллея, 2, Москва, 107564, Российская Федерация;

² ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр» Министерства здравоохранения РФ,
Иваньковское шоссе, 3, Москва, 125367, Российская Федерация;

³ ГЛПУ «Челябинский областной клинический онкологический диспансер»
Министерства здравоохранения Челябинской области,
ул. Блюхера, 42, Челябинск, 454087, Российская Федерация;

⁴ ГУЗ «Московская городская онкологическая больница № 62» Департамента здравоохранения г. Москвы,
пос. Истра, стр. 27, п/о Степановское, Красногорский район,
Московская область, 143423, Российская Федерация

The first experience in using elastography in combination with endobronchial ultrasonography for mediastinal pathology: Preliminary assessment of feasibility and comparison of characteristics via different approaches

I.V. Sivokozov¹, Endoscopist;
T.L. Silina², Endoscopist;
V.N. Korolev³, MD, PhD, Endoscopist;
P.A. Pravednikov⁴, Endoscopist;
B.S. Lenskiy⁴, Head of Department of Endoscopy

¹ Central Research Institute of Tuberculosis, Russian Academy of Medical Sciences,
Yauzskaya alleya, 2, Moscow, 107564, Russian Federation;

² Federal Center of Treatment and Rehabilitation, Ministry of Health of the RF,
Ivan'kovskoe shosse, 3, Moscow, 125367, Russian Federation;

³ Chelyabinsk Regional Clinical Oncology Dispensary, Ministry of Health of the Chelyabinsk Region,
ul. Blyukhera, 42, Chelyabinsk, 454087, Russian Federation;

⁴ Moscow City Oncology Hospital Sixty-Two, Moscow Healthcare Department,
poselok Istra, stroenie 27, Stepanovskoe, Krasnogorskiy rayon, Moscow oblast', 143423, Russian Federation

Цель исследования – провести предварительную оценку осуществимости эластографии при эндобронхиальной ультрасонографии и сравнить характеристики при различных доступах.

Материал и методы. В исследование включены 3 пациента со злокачественной, доброкачественной аденопатией средостения и паратрахеальной опухолью. Эластография выполнялась эхобронхоскопом Pentax EB-1970UK с помощью портативного ультразвукового сканера Hitachi Noblus. Всем пациентам проведена тонкоигольная аспирационная биопсия лимфатических узлов /образований средостения и легких иглами 22G (Cook, Medi-Globe). У одного пациента выполнено последовательное исследование одной и той же группы лимфоузлов из разного доступа (через пищевод и трахею) со сравнением характеристик.

Результаты. Всего у 3 пациентов оценены 8 лимфоузлов и 1 паратрахеальное образование (группы 4L-7-4R-2R).

Objective: to preliminarily assess the feasibility of elastography in endobronchial ultrasonography and to compare characteristics via different accesses.

Material and methods. The investigation enrolled 3 patients (malignant, benign mediastinal adenopathy, paratracheal tumor). Elastography was carried out using a Pentax EB-1970UK echo-bronchoscope with a Hitachi Noblus ultrasound scanner. All the patients underwent fine-needle aspiration biopsy of mediastinal and pulmonary lymph nodes/masses with 22G needles (Cook, Medi-Globe). Sequential study of the same group of lymph nodes through different approaches through the esophagus

Ключевые слова: рак легкого, саркоидоз, эндосонография, эластография, диагностика
Index terms: lung cancer, sarcoidosis, endosonography, elastography, diagnosis

Для контактов: Сивокозов Илья Владимирович; e-mail: grand63@yandex.ru

Во всех случаях были получены воспроизводимые, приемлемые для визуальной оценки изображения. Стенка трахеи и бронхов не оказывала существенного негативного влияния на качество получаемого изображения. Наличие злокачественного поражения как лимфатических узлов, так и паратрахеального образования сочеталось со снижением эластичности тканей в зоне интереса. При оценке одного и того же доброкачественного лимфоузла из разных доступов было отмечено явное расхождение данных эластографии с резким снижением показателей эластичности при эндобронхиальном доступе.

Заключение. Эластография при эндобронхиальной ультрасонографии технически осуществима. Стенка трахеи и бронхов не оказывает существенного влияния на качество получаемого изображения, данные эластографии воспроизводимы при повторных измерениях. Сравнение характеристик эластографии при различных доступах свидетельствует о тенденции к завышению данных о плотности лимфоузла при эндобронхиальном исследовании по сравнению с чрезпищеводным доступом. Таким образом, прямой перенос накопленных данных и паттернов эластографической диагностики на эндобронхиальный доступ невозможен и, вероятно, потребует пересмотра критериев оценки злокачественности изменений при его использовании.

Введение

Патология средостения является одной из наиболее сложных в диагностическом плане ситуаций в практике рентгенолога, пульмонолога и торакального хирурга и в подавляющем большинстве случаев требует проведения биопсии.

В последние годы все более широкое применение получают методы малоинвазивной верификации патологии средостения – эндоскопическая/эндобронхиальная ультрасонография с тонкоигльной пункцией (EUS-FNA/EBUS-TBNA) [1–3].

Метод эластографии позволяет провести оценку биомеханических свойств ткани на основании ее ответа на прилагаемое механическое усилие. Эластичность ткани зависит от ее природы, состояния (инфильтрация жировой тканью или наличие фиброза), а также степени гомогенности. Как правило, опухолевая ткань обладает значительно меньшей эластичностью, чем здоровая. Простое цветовое картирование ответа ткани на прилагаемое усилие позволяет визуально оценить эластичность сканируемой области. Плотные ткани отражаются синим цветом, мягкие ткани – красным, а промежуточные по степени эластичности – зеленым.

В настоящее время метод эластографии широко применяется

and trachea was conducted, and its characteristics were compared in one patient.

Results. A total of 8 lymph nodes and one paratracheal mass (Group 4L-7-4R-2R) were assessed in three patients. Reproducible images acceptable for visual assessment were obtained in all cases. The wall of the trachea and bronchi had no significant negative impact on the quality of an obtained image. Both malignant lesion of lymph nodes and paratracheal mass was accompanied by decreased tissue elasticity in the area of interest. Assessment of the same benign lymph node through different approaches revealed a clear discordance between elastographic findings with a drastic decrease in elasticity values via an endobronchial approach.

Conclusion. Endobronchial ultrasonography elastography is technically feasible. The wall of the trachea and bronchi has no significant impact on the quality of an obtained image; elastographic data are reproducible during re-measurements. Comparison of elastographic characteristics through different approaches suggests that there is a tendency to overestimate data on lymph node density during endobronchial examination versus a transesophageal approach. Thus, the direct transfer of the accumulated data and patterns of elastographic diagnosis to an endobronchial approach is impossible and likely to require a revision of criteria to estimate malignancy-associated changes during its application.

в медицине, часто в комбинации с эндоскопическим ультразвуковым исследованием. Основная область применения – разграничение злокачественных и доброкачественных процессов, а также обеспечение прецизионной биопсии при диагностике рака молочной железы [4], простаты [5], поджелудочной железы [6–8] и колоректальной железы [9]. Результаты метаанализов исследований свидетельствуют о том, что комбинация эндоскопии и эластографии позволяет достичь более высокой чувствительности и специфичности, нежели использование только эндоскопии [10].

Опыт применения эндоскопической эластографии при патологии легких и средостения крайне скуден. Единственная публикация, посвященная этой проблематике [11], основана на результатах исследования крайне малой выборки пациентов и анализа применения метода лишь для лимфоузлов средостения. До сих пор остается неясным, возможно ли использовать эластографию для оценки не только лимфатических узлов, но и паратрахеально расположенных образований. Также неизвестно, какое влияние на получаемое изображение оказывает стенка трахеи и бронхов и возможно ли соотнести эхохарактери-

стики лимфатических узлов при различных видах доступа – через трахею и пищевод.

Целью данного опорного исследования стала предварительная оценка осуществимости выполнения эластографии при эндобронхиальном ультразвуковом исследовании и сравнение ее характеристик при различных доступах.

Материал и методы

В исследование включены 3 пациента с изменениями средостения и легких, находившиеся на обследовании в МГОБ № 62 и имевших показания к выполнению эндобронхиальной ультрасонографии (ЭБУС). Характеристики пациентов представлены в таблице 1, данные рентгеновской компьютерной томографии – на рисунках 1–3. Значимых противопоказаний к выполнению эндоскопии с тонкоигльной биопсией ни у одного из пациентов не было.

ЭБУС выполнялась эхобронхоскопом EB-1970UK (Pentax, Japan) с помощью портативного ультразвукового сканера Hitachi Noblus (Hitachi, Japan) с модулем эластографии в режиме реального времени. Во всех случаях ЭБУС проводилась в условиях общей анестезии, исследование выполнялось без применения баллона. В одном случае была

Характеристики включенных в исследование пациентов

№	Возраст, лет	Пол	Индекс курения, пачко-лет	ИМТ, кг/м ²	Предварительный диагноз	Показание к эндосонографии
1	56	Мужской	32	27,8	Центральный рак правого легкого с сочетанной аденопатией средостения	Стадирование опухоли
2	62	Мужской	41	21,5	Паратрахеальная опухоль. Аденопатия средостения	Верификация диагноза и стадирование
3	47	Женский	0	37,1	Аденопатия средостения неясного генеза	Верификация диагноза

выполнена чреспищеводная эндоскопическая ультрасонография под местной анестезией.

Во время эндосонографического исследования у всех пациентов фиксировались следующие параметры: размер, форма, эхогенность, контуры, группа лимфоузлов/образований согласно классификации IASLC. При эластографическом исследовании проводилась качественная оценка получаемого изображения (преобладание того или иного характера изменений согласно цветовой шкале) с контролем его воспроизводимости по эластограмме. С учетом предварительного характера исследования вычисление соотношения плотности ткани в зоне интереса и референсной здоровой ткани нами не проводилось.

Всем пациентам с целью верификации и/или стадирования процесса была выполнена тонкоигльная аспирационная биопсия лимфатических узлов /образований средостения и легких иглами 22G Echotip (Cook Medical, USA) и 22G SonoTip EBUS Pro Flex (Medi-Globe Corp, Denmark). Из каждого лимфоузла/образования брали по три серии биопсий.

Результаты

В ходе исследования каких-либо осложнений, связанных с выполнением процедур, отмечено не было. Во всех случаях по результатам биопсий удалось достичь верификации диагноза и/или стадирования процесса.

Длительность исследования с учетом выполнения биопсий колебалась от 7 мин (чреспищеводная

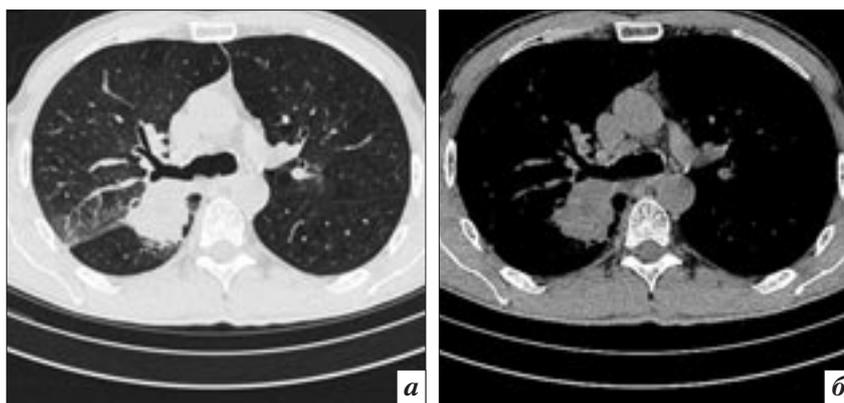


Рис. 1. Компьютерные томограммы пациента № 1, аксиальные срезы, легочное (а) и средостенное (б) окна. Определяется образование в С-2 и С-6 правого легкого с признаками обтурации В-2 справа, в средостенном окне определяются лимфатические узлы группы 10R, 7 и 4L без явных признаков поражения.



Рис. 2. Компьютерная томограмма (с контрастным усилением) пациента № 2, аксиальный срез, легочное окно. Определяется паратрахеальное образование на границе средней и верхней трети трахеи на уровне дуги аорты – переходная зона 4R-2R справа, группа 3r с наличием лимфатических узлов указанных групп без явных признаков аденопатии.

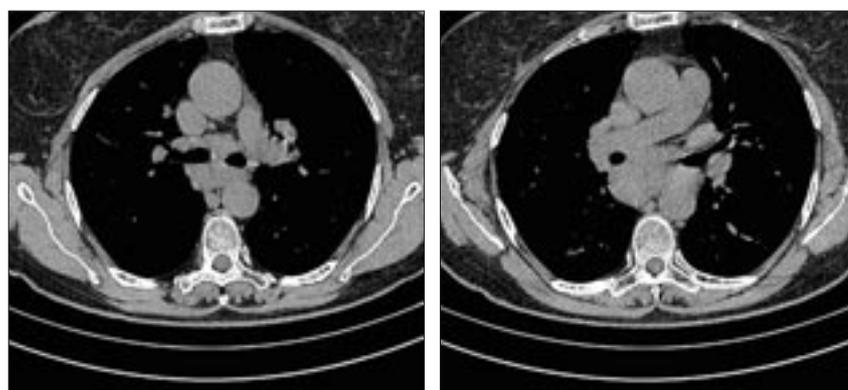


Рис. 3. Компьютерные томограммы пациента № 3, аксиальные срезы, средостенное окно. Определяются множественные увеличенные лимфатические узлы групп 10R, 7, 8, 4L.

Результаты биопсий с указанием сканированных групп лимфоузлов/образований и примененного инструментария

№	Группа лимфоузлов	Размер, мм	Форма	Эхогенность [†]	Контур	Эластография [#]	Биопсия	Цитология биопсии	Окончательный диагноз
1	4L	9	Овоидная	≈	Четкий	≈	Cook	Лимфоциты	НМРЛ, стадия T ₂ N ₂ M ₀
1	7	17	Округлая	↓	Четкий	↓	Cook	Аденокарцинома	
1	4R	21	Округлая	↓	Четкий	↓	Cook	Аденокарцинома	
2	4L	13	Овоидная	≈	Четкий	≈	Cook	Лимфоциты	НМРЛ, стадия T ₃ N ₃ M ₀
2	7	11	Округлая	↑	Четкий	↓	Cook	Аденокарцинома	
2	4R	31	Округлая	↓	Смазан	↓	M-G	Аденокарцинома	
2	2R*	30	Округлая	↓	Четкий	↓	Cook	Аденокарцинома	Саркоидоз
3	4L	27	Неправильная	≈	Смазан	↓	Cook	Гранулемы	
3	7	31	Неправильная	↑	Смазан	↓	Cook	Лимфоциты	
3	4L**	27	Неправильная	↑	Смазан	≈	Не выполнялась		
3	7**	31	Неправильная	↑	Смазан	≈	Не выполнялась		

* Биопсия паратрахеально расположенной опухоли в проекции переходной зоны 2R-4R.

** Исследование выполнено чреспищеводно, биопсия не проводилась.

[†] ≈ изоэхогенная плотность, ↓ гипоэхогенная плотность, ↑ гиперэхогенная плотность.

[#] ≈ умеренная эластичность (преобладание зеленого цвета), ↓ низкая эластичность (преобладание синего цвета).

эндосонография без выполнения пункции) до 25 мин (стадирование трех групп лимфоузлов по схеме 4L-7-4R с дополнительной биопсией первичной опухоли). Число пункций в расчете на одного пациента колебалось от 2 (пациентка с доброкачественной аденопатией средостения) до 12 (пациент с паратрахеальной опухолью). Сведения о выполненных биопсиях с указанием группы лимфоузлов/образований и примененного инструментария приведены в таблице 2.

При анализе данных эхокартины лимфоузлов средостения при ЭБУС было выявлено, что для злокачественного поражения более характерны гипоэхогенная структура, шаровидная либо округлая форма, размер более 15 мм, четкие контуры лимфоузла. При доброкачественном процессе отмечались повышение плотности, овоидная либо неправильная форма, нечеткие, смазанные контуры лимфоузла (см. таблицу 2).

Весьма интересными оказались результаты оценки эласто-

графии при различных видах доступа. В целом, у 3 пациентов при исследовании 8 групп лимфатических узлов и 1 паратрахеально расположенного образования в условиях ЭБУС во всех случаях были получены воспроизводимые, приемлемые для визуальной оценки изображения. Стенка трахеи и бронхов не оказывала существенного негативного влияния на качество получаемого изображения.

Оценка эластографических характеристик лимфоузлов/образований (см. таблицу 2) при эндобронхиальном исследовании показала, что наличие злокачественного поражения сочеталось со снижением эластичности тканей в зоне интереса (рис. 4, 5).

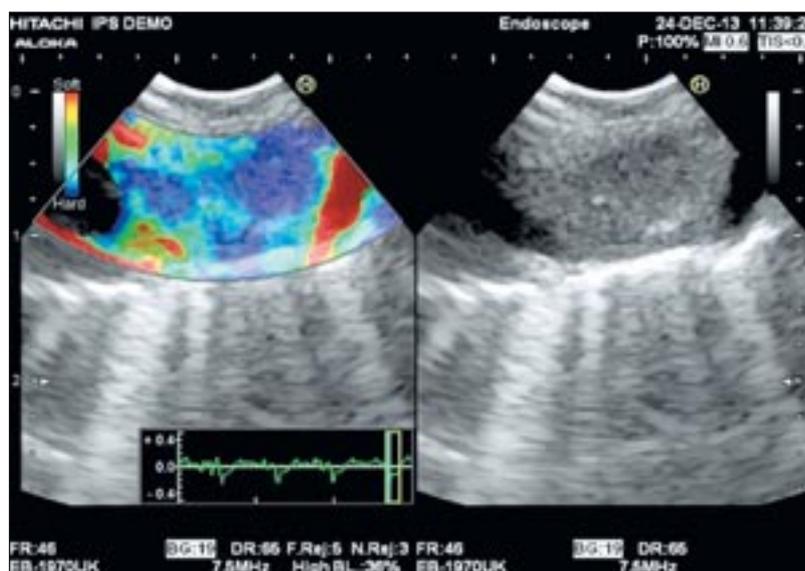


Рис. 4. Сочетанное (ЭБУС + эластография) исследование лимфатического узла 7-й группы у пациента № 2. Размер лимфатического узла не превышает 11 мм, эхографически данных в пользу неопластического поражения лимфоузла нет, однако при эластографии четко визуализируется диффузное повышение плотности узла (синий цвет). По результатам тонкоигольной пункции – метастазы аденокарциномы.

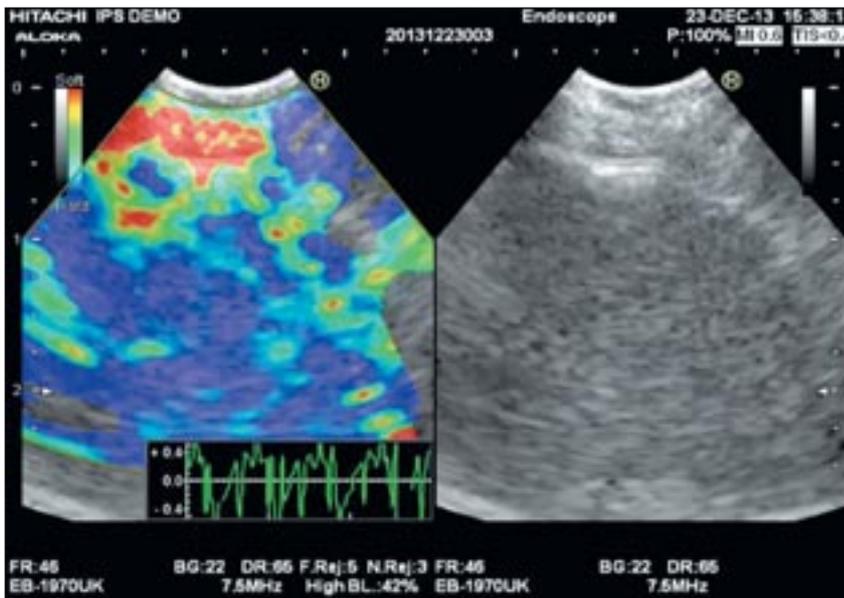


Рис. 5. Сочетанное (ЭБУС + эластография) исследование паратрахеальной опухоли в переходной зоне 4R-2R. Крайне низкая эластичность образования резко контрастирует с линейным участком высокой эластичности (слой паратрахеальной клетчатки). По результатам тонкоигольной пункции – умеренно дифференцированная аденокарцинома.

Вместе с тем у пациентки с доброкачественной аденопатией также отмечалось снижение эластичности ткани лимфоузла, визуально мало отличаемое от злокачественного (рис. 6).

При чреспищеводном доступе у той же пациентки с оценкой двух однотипных групп лимфатических узлов была выявлена прямо противоположная картина – эластичность ткани лимфоузла колебалась от умеренной до высокой (рис. 7).

Обсуждение

Прежде всего следует особо подчеркнуть пилотный характер исследования. Объем выборки крайне скуден, однако даже при столь малом числе пациентов нам удалось отразить основные диагностические ситуации, которые могут сложиться при ведении больных с патологией средостения. В нашей выборке есть случаи как доброкачественной, так и злокачественной аденопатии, но особенно важно включение пациента с паратрахеально расположенной опухолью, ведь ранее такие ситуации вообще не оценивались с точки зрения возможности выполнения эластографии. Пациенты были подобраны с разным индексом массы тела, и, как показали результаты, никаких ограничений избыток либо недостаток веса на

выполнение эластографии не накладывал.

Полученные нами результаты относительно эхопризнаков злокачественности и доброкачественности оказались вполне ожидаемыми и хорошо соотносятся с уже известными данными [12, 13].

Предваряя обсуждение результатов эластографии, следует

заметить, что с учетом опорного характера исследования мы не выполняли расчет индекса эластичности, ограничившись лишь качественной оценкой зоны интереса.

Результаты, полученные нами для эндобронхиального доступа, вполне соотносятся с данными единственного опубликованного в настоящее время исследования [11].

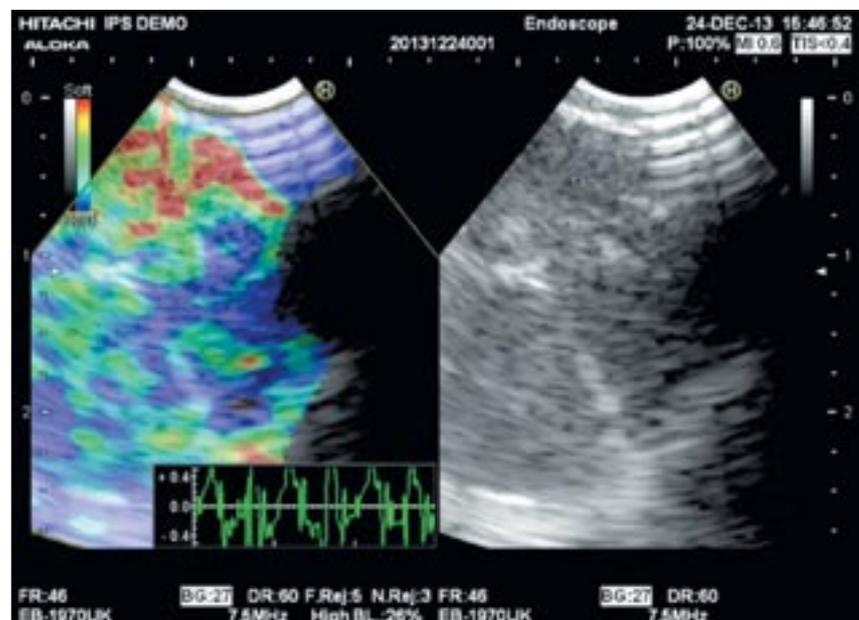


Рис. 6. Сочетанное (ЭБУС + эластография) исследование лимфатического узла 7-й группы у пациента № 3. В правом верхнем углу – артефакты воздуха за счет неплотного прилегания датчика к стенке бронха, не влияющие на оценку структуры. Размер лимфатического узла превышает 25 мм, эхографически данных за неопластическое поражение лимфоузла нет, однако при эластографии визуализируется диффузное повышение плотности узла (преобладает синий цвет). По результатам тонкоигольной пункции – саркоидоз.

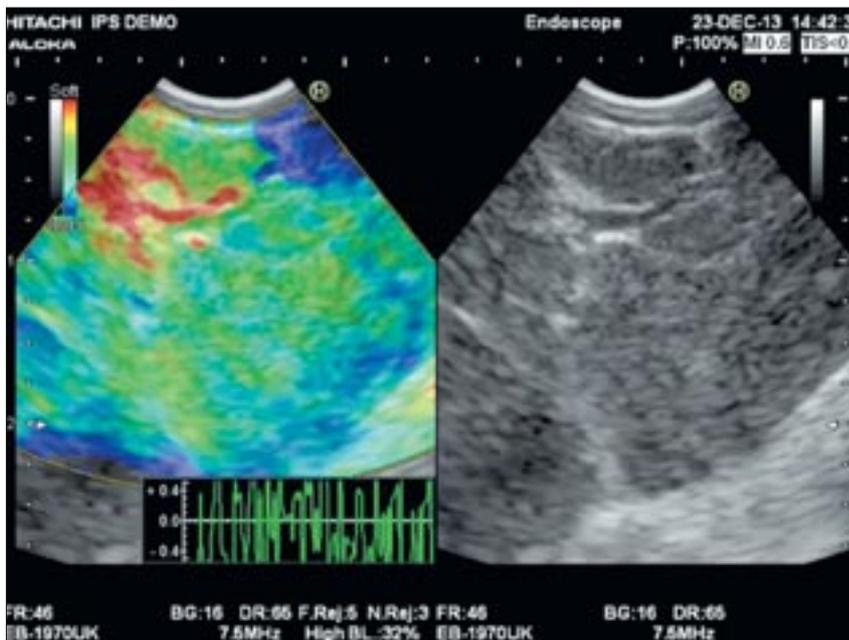


Рис. 7. Сочетанное эндосонографическое (чреспищеводное) и эластографическое исследование лимфатического узла 7-й группы у пациента № 3. Размер лимфатического узла превышает 25 мм, эхографически данных в пользу неопластического поражения лимфоузла нет, при эластографии визуализируется картина, типичная для доброкачественной аденопатии (преобладает зеленый цвет). По результатам тонкоигольной пункции – саркоидоз.

Так, наличие злокачественного поражения сочеталось со снижением эластичности тканей в зоне интереса (см. рис. 1, 2). Хочется отметить и то, что даже в тех случаях, когда по данным эндосонографии лимфоузел не имел признаков озлокачествления, сочетанное эластографическое исследование свидетельствовало о высокой вероятности малигнизации (см. рис. 1), подтвержденной впоследствии при пункции. В то же время оценка эластографических свойств при доброкачественной аденопатии для эндобронхиального доступа также показала наличие участков сниженной эластичности, в связи с чем разграничение доброкачественного и злокачественного поражений лимфоузла по данным эластографии осложнялось.

Особый интерес для нас представляло эластографическое исследование паратрахеально расположенной опухоли, так как ранее такая оценка, по данным мировой литературы, не выполнялась. Результаты исследования оказались вполне ожидаемыми (см. рис. 2). Крайне низкая

эластичность образования резко контрастировала с линейным участком высокой эластичности, отражавшим слой паратрахеальной клетчатки. Таким образом, выполнение эндоскопической эластографии возможно не только для средостения, но и для прилежащих образований в легочной ткани с получением воспроизводимых изображений приемлемого качества.

Сравнение чреспищеводного и эндобронхиального доступов, также выполненное нами впервые в мире, дало неожиданные результаты. Отмечалось явное расхождение наблюдаемой картины для одной и той же группы лимфоузлов у пациентки с саркоидозом. В то время как при чреспищеводной эластографии были получены типичные паттерны доброкачественной аденопатии (см. рис. 4), при эндобронхиальном исследовании отмечено резкое снижение ответа с формированием зон пониженной эластичности (см. рис. 3). Наблюдаемые различия в паттернах мы объясняем разницей в плотности и толщине стенки

пищевода и трахеи, что, вполне возможно, приводит к некому «загрублению» получаемого сигнала. Независимо от причины выявленных различий, ясно, что прямой перенос накопленных данных и паттернов эластографии на эндобронхиальный доступ вряд ли возможен. Вероятно, потребуется пересмотр критериев оценки злокачественности и доброкачественности выявленных в ходе эластографии изменений при эндобронхиальном исследовании.

Заключение

Эластография при проведении эндобронхиальной ультрасонографии технически осуществима. Стенка трахеи и бронхов не оказывает существенного влияния на качество получаемого изображения, данные эластографии воспроизводимы при повторных измерениях. Вместе с тем сравнение характеристик эластографии при различных доступах свидетельствует о тенденции к завышению данных о плотности лимфоузла при эндобронхиальном исследовании по сравнению с чреспищеводным доступом. Таким образом, прямой перенос накопленных данных и паттернов эластографической диагностики на эндобронхиальный доступ невозможен, что, вероятно, потребует пересмотра критериев оценки злокачественности изменений при его использовании.

Авторы выражают искреннюю и глубокую признательность за безвозмездно предоставленное оборудование и инструментарий Светлане Семеновне Янцен (Cook Medical), Андрею Николаевичу Черкасскому (Pentax), Мураду Владимировичу Арушаняну (Hitachi), Александру Ивановичу Симчуку (Medi-Globe).

Литература

1. Kinsey C.M., Arenberg D.A. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration for non-small cell lung cancer staging.

- Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2014; 189 (6): 640–9.
2. Sivokozov I., Evgushenko G., Lovacheva O. Diagnostic impact of endoscopic ultrasound-guided fine-needle aspiration in diagnostic work-up of sarcoidosis. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2013; 187: A1410.
 3. Von Bartheld M.B., Dekkers O.M., Szlubowski A. et al. Endosonography vs conventional bronchoscopy for the diagnosis of sarcoidosis: the GRANULOMA randomized clinical trial. *JAMA.* 2013; 309 (23): 2457–64. doi: 10.1001/jama.2013.5823
 4. Barr R.G., Destounis S., Lackey L.B. 2nd et al. Evaluation of breast lesions using sonographic elasticity imaging: a multicenter trial. *J. Ultrasound Med.* 2012; 31: 281–7.
 5. Brock M., von Bodman C., Palisar R.J. et al. The impact of real-time elastography guiding a systematic prostate biopsy to improve cancer detection rate: a prospective study of 353 patients. *J. Urol.* 2012; 187: 2039–43.
 6. Морозова Т.Г., Борсуков А.В. Эластография при эндосонографии: клинические возможности и перспективы. *Диагностическая радиология и онкотерапия.* 2013; 23 (213): 23–6.
 7. Iglesias-Garcia J., Larino-Noia J., Abdulkader I. et al. Quantitative endoscopic ultrasound elastography: an accurate method for the differentiation of solid pancreatic masses. *Gastroenterology.* 2010; 139: 1172–80.
 8. Giovannini M., Botelberge T., Bories E. et al. Endoscopic ultrasound elastography for evaluation of lymph nodes and pancreatic masses: a multicenter study. *World J. Gastroenterol.* 2009; 15: 1587–93.
 9. Puli S.R., Reddy J.B., Bechtold M.L. et al. Accuracy of endoscopic ultrasound to diagnose nodal invasion by rectal cancers: a meta-analysis and systematic review. *Ann. Surg. Oncol.* 2009; 16: 1255–65.
 10. Xu W., Shi J., Zeng X. et al. EUS elastography for the differentiation of benign and malignant lymph nodes: a meta-analysis. *Gastrointest. Endosc.* 2011; 74: 1001–9.
 11. Trosini-Desert V., Jeny F., Taillade L., Vignot S., Zribi H., Capron F., Similowski T. Bronchial endoscopic ultrasound elastography: preliminary feasibility data. *Eur. Respir. J.* 2013; 41 (2): 477–9. doi: 10.1183/09031936.00124812
 12. Janssen J., Dietrich C.F., Will U., Greiner L. Edosonographic elastography in the diagnosis of mediastinal lymph nodes. *Endoscopy.* 2007; 39 (11): 952–7.
 13. Dietrich C.F., Săftoiu A., Jenssen C. Real time elastography endoscopic ultrasound (RTE-EUS), a comprehensive review. *Eur. J. Radiol.* 2014; 83 (3): 405–14.
 6. Morozova T.G., Borsukov A.V. Elastography in endosonography: clinical opportunities and prospects. *Диагностическая радиология и онкотерапия.* 2013; 23 (213): 23–6 (in Russian).
 7. Iglesias-Garcia J., Larino-Noia J., Abdulkader I. et al. Quantitative endoscopic ultrasound elastography: an accurate method for the differentiation of solid pancreatic masses. *Gastroenterology.* 2010; 139: 1172–80.
 8. Giovannini M., Botelberge T., Bories E. et al. Endoscopic ultrasound elastography for evaluation of lymph nodes and pancreatic masses: a multicenter study. *World J. Gastroenterol.* 2009; 15: 1587–93.
 9. Puli S.R., Reddy J.B., Bechtold M.L. et al. Accuracy of endoscopic ultrasound to diagnose nodal invasion by rectal cancers: a meta-analysis and systematic review. *Ann. Surg. Oncol.* 2009; 16: 1255–65.
 10. Xu W., Shi J., Zeng X. et al. EUS elastography for the differentiation of benign and malignant lymph nodes: a meta-analysis. *Gastrointest. Endosc.* 2011; 74: 1001–9.
 11. Trosini-Desert V., Jeny F., Taillade L., Vignot S., Zribi H., Capron F., Similowski T. Bronchial endoscopic ultrasound elastography: preliminary feasibility data. *Eur. Respir. J.* 2013; 41 (2): 477–9. doi: 10.1183/09031936.00124812
 12. Janssen J., Dietrich C.F., Will U., Greiner L. Edosonographic elastography in the diagnosis of mediastinal lymph nodes. *Endoscopy.* 2007; 39 (11): 952–7.
 13. Dietrich C.F., Săftoiu A., Jenssen C. Real time elastography endoscopic ultrasound (RTE-EUS), a comprehensive review. *Eur. J. Radiol.* 2014; 83 (3): 405–14.

References

Поступила 15.03.2014

Диагностическая эффективность мультidetекторной компьютерной томографии у пациентов, страдающих раком языка

В.Е. Синицын¹, д. м. н., профессор, директор Центра лучевой диагностики ЛРЦ;

В.С. Петровичев², врач-рентгенолог;

П.В. Васильев², д. м. н., врач-рентгенолог;

Е.А. Мершина¹, к. м. н., доцент, заведующая отделением томографии Центра лучевой диагностики ЛРЦ

¹ ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр» Министерства здравоохранения РФ,
Иваньковское шоссе, 3, Москва, 125367, Российская Федерация;

² ГБУЗ «Онкологический клинический диспансер № 1» Департамента здравоохранения г. Москвы,
ул. Бауманская, 17/1, Москва, 105005, Российская Федерация

Diagnostic efficiency of multidetector computed tomography in patients with tongue cancer

V.E. Sinitsyn¹, MD, PhD, DSc, Professor, Director of Center of Radiology of Federal Center of Treatment and Rehabilitation;

V.S. Petrovichev², Radiologist;

P.V. Vasil'ev², MD, PhD, DSc, Radiologist;

E.A. Merшина¹, MD, PhD, Associate Professor, Head of Department of Tomography of Center of Radiology of Federal Center of Treatment and Rehabilitation

¹ Federal Center of Treatment and Rehabilitation, Ministry of Health of the RF,
Ivan'kovskoe shosse, 3, Moscow, 125367, Russian Federation;

² Clinical Oncology Dispensary One, Moscow Healthcare Department,
ul. Baumanskaya, 17/1, Moscow, 105005, Russian Federation

Цель исследования – определить возможности мультidetекторной компьютерной томографии (МДКТ) в диагностике рака языка.

Материал и методы. МДКТ с внутривенным болюсным контрастированием выполнена 40 пациентам, у которых на основании результатов комплексного клиничко-инструментального обследования был установлен диагноз рака языка. Во всех случаях опухоль имела строение плоскоклеточного рака разной степени дифференцировки. Результаты МДКТ сопоставлены с данными операций, цитологического и гистологического исследований. Выполнен качественный анализ накопления контрастного препарата опухолью языка.

Результаты. У 38 (95%) пациентов опухоль языка активно накапливала контрастный препарат, четко дифференцировалась на фоне непораженных отделов языка и других окружающих анатомических структур: дна полости рта, ротоглотки, гортани. Только в 2 (5%) случаях заболевания опухоль достоверно не накапливала контрастный препарат, что было связано с наличием массивных зон распада в ее структуре. Чувствительность, специфичность и точность МДКТ в диагностике рака языка составили 95, 80 и 87,5% соответственно. МДКТ позволила надежно дифференцировать изменения при раке языка с заболеваниями неопухолевой природы. Результатом построения кривой диагностических ошибок стали следующие значения: площадь под ROC-кривой 0,875, $p=0,0001$.

Заключение. МДКТ с внутривенным болюсным контрастированием обладает высокой диагностической эффективностью при раке языка. Метод позволяет установить локализацию опухоли, выявить распространение процесса на окружающие органы.

Objective: to determine the capacities of multidetector computed tomography (MDCT) to diagnose tongue cancer.

Material and methods. Intravenous bolus contrast-enhanced MDCT was performed in 40 patients with tongue cancer diagnosed during complex clinical and instrumental examination. In all cases, the tumor had a structure of squamous cell carcinoma of varying grades. The results of MSCT were compared with the data of surgery and cytological and histological examinations. Tongue tumor accumulation of a contrast agent was qualitatively analyzed.

Results. In 38 (85%) patients, the tongue tumor actively accumulated the contrast agent and was clearly differentiated in the presence of unaffected portions of the tongue and other adjacent anatomical structures, such as mouth floor, oropharynx, and larynx. Only in two cases, the tumor failed to significantly accumulate the contrast agent, which was associated with that there were massive decay areas in its structure. The sensitivity, specificity, and accuracy of MDCT in the diagnosis of tongue cancer were 95, 80, and 87.5%, respectively. MDCT could reliably differentiate changes in tongue cancer from non-tumor diseases. The result of constructing the curve of diagnostic errors became the following values: the area under the curve was 0.875 and the P-value (Asymptotic Sig.) was 0.0001.

Conclusion. Intravenous bolus contrast-enhanced MDCT has a high diagnostic efficiency in identifying tongue cancer.

The technique can establish the location of a tumor and to reveal the extent of the process to the nearby organs.

Ключевые слова: мультidetекторная компьютерная томография, рак языка, опухоль языка
Index terms: multidetector computed tomography, tongue cancer, tongue tumor

Введение

На сегодняшний день рак языка сохраняет ведущие позиции в структуре заболеваемости опухолями головы и шеи [1]. Пациенты, страдающие данным заболеванием, составляют около половины от общего числа больных со злокачественными новообразованиями полости рта [2]. Хорошо известно о трудностях стандартного клиничко-инструментального обследования области языка. Во многом это обусловлено высокой частотой инфильтративного характера роста опухоли. По этой причине в настоящее время существует высокая потребность во внедрении новых методов, которые могли бы повысить эффективность доклинического обследования при раке языка. Из методов лучевой диагностики с точки зрения разрешающей способности и оптимальной визуализации лидирующую позицию занимают КТ и МРТ. Количество магнитно-резонансных томографов в разы меньше, чем рентгеновских компьютерных томографов. В то же время стоимость проведения МРТ выше стоимости КТ. Применение методов ядерной медицины и их комбинации с КТ или МРТ (ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ) технически возможно в узком кругу специализированных учреждений. В последние годы стали появляться сообщения о возможностях мультидетекторной компьютерной томографии (МДКТ) с внутривенным контрастированием у пациентов, страдающих злокачественными новообразованиями орофарингеальной зоны [3–10]. Однако специальные исследования, направленные на изучение комплексных возможностей МДКТ при раке языка, не выполнялись.

Проведение МДКТ пациентам с впервые установленным диагнозом рака языка позволило нам решить следующие основные задачи:

- 1) выявить опухолевое поражение языка;
- 2) определить распространенность опухолевых изменений в пределах органа;

- 3) уточнить протяженность опухолевых изменений в случае внеорганного распространения процесса на мягкие ткани дна полости рта, ротоглотку, гортаноглотку, носоглотку или гортань;

- 4) определить характер опухолевого роста.

Материал и методы

Материалом нашей работы явились результаты обследования 80 пациентов, направленных в ГБУЗ «ОКД № 1» в период с 2012 по 2013 г. с подозрением на рак языка. Диагноз «рак языка» по результатам комплексного обследования, включившего проведение МДКТ, установлен у 40 впервые обратившихся пациентов. Во всех случаях опухоль имела строение плоскоклеточного рака разной степени дифференцировки. Обследование включало проведение МДКТ с внутривенным болюсным контрастированием на мультиспиральном рентгеновском компьютерном томографе Aquilion PRIME (Toshiba) с 80-рядным детектором. Для качественной визуализации мягких тканей использовались следующие режимы работы гентри: время сканирования 1 с, толщина скана 3 мм, сила тока 250 мА, напряжение тока 120 кВ. В ходе исследования получали нативную фазу, которая дополнялась контрастным этапом, состоящим из артериальной, паренхиматозной и венозной фаз. В качестве контрастного вещества использовались водорастворимые препараты с содержанием йода не менее 350 мг/мл. Объем вводимого вещества составлял 100 мл, ско-

рость инфузии 3–4 мл/с. Для оценки диагностической эффективности метода данные МДКТ сопоставлялись с результатами клинического осмотра, ультразвукового исследования, данными операций и гистологических исследований.

Для определения диагностической эффективности МДКТ у пациентов, страдающих раком языка, обработка данных проводилась с использованием методов описательной статистики. Для обработки результатов использовался пакет статистических программ SPSS 15.0.

Результаты

У 4 (10%) пациентов выявлено изолированное поражение языка, из них в 2 (5%) случаях диагностировано поражение боковой поверхности языка, а еще в 2 (5%) – поражение спинки, нижней и боковой поверхностей. У 1 (2,5%) из этих пациентов выявлен переход через срединную линию языка. У 36 (90%) пациентов с впервые выявленным злокачественным новообразованием со стороны языка процесс распространялся на мягкие ткани дна полости рта, ротоглотку, гортаноглотку, носоглотку, нижнюю челюсть, мягкое небо, гортань, ретромалярное пространство. У 9 (22,5%) пациентов этой группы поражение переходило только на мягкие ткани дна полости рта (см. таблицу).

При МДКТ опухоль языка характеризовалась эндофитным либо смешанным характером роста с преобладанием эндофитного компонента. Пораженная

Распределение больных с установленным диагнозом рака языка по классификации TNM (n = 40)

Распространенность опухолевого поражения	Число больных с верифицированным диагнозом рака языка	
	абс.	%
T ₁ N ₀ M ₀	–	
T ₂ N ₀ -3M ₀	8	20
T ₃ N ₀ -3M ₀	3	7,5
T ₄ N ₀ -3M ₀	29	72,5
Всего...	40	100

область выглядела инфильтрированной.

Контрастирование опухоли имело однородный или неоднородный характер в 15 (37,5%) и 25 (62,5%) случаях заболевания соответственно. Неравномерное накопление контрастного препарата было обусловлено наличием зон распада в массиве опухоли. При распространении опухолевого процесса за пределы языка на окружающие анатомические мягкотканые структуры (36 пациентов) наблюдалось патологическое накопление контрастного вещества органами, которые были вовлечены в процесс (рис. 1).

При локализации изменений на нижней и боковой поверхностях языка также определялось активное накопление контрастного вещества, начиная с артериальной фазы исследования, которое продолжалось в паренхиматозную и венозную фазы (рис. 2).

Зона распада, когда она определялась, располагалась в центральных отделах. Отмечалось активное накопление контрастного препарата периферическими отделами опухоли. В то же время центральная часть оставалась гиподенсивной (рис. 3).

Распространение процесса на дно полости рта происходило при поражении нижней поверхности языка. При дальнейшем росте опухоли процесс мог распространяться на нижнюю челюсть. Данные изменения определялись в 11 (27,5%) случаях.

Нами были установлены следующие признаки, свидетельствующие о распространении поражения со стороны дна полости рта на нижнюю челюсть:

- 1) наличие зоны разрежения костной структуры либо области деструкции, в том числе с вовлечением костных замыкательных пластинок;

- 2) наличие опухолевого компонента в области разрушенной костной структуры.

Со стороны корня языка в 22 (55%) случаях процесс распространялся на ротоглотку, а у 6

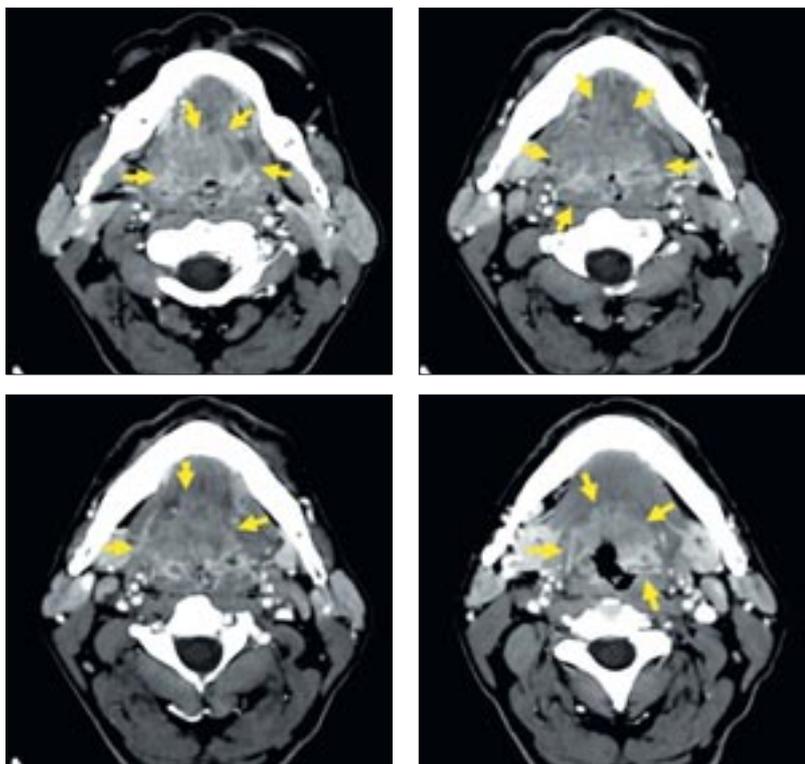


Рис. 1. Пациент К., 58 лет: МДКТ шеи, ротоглотки с внутривенным контрастированием, аксиальные срезы. Определяется гипervasкулярная опухоль, поражающая корень языка, мягкие ткани дна полости рта, боковую стенку ротоглотки справа, распространяющаяся на фиксированный отдел надгортанника (границы опухоли показаны стрелками).

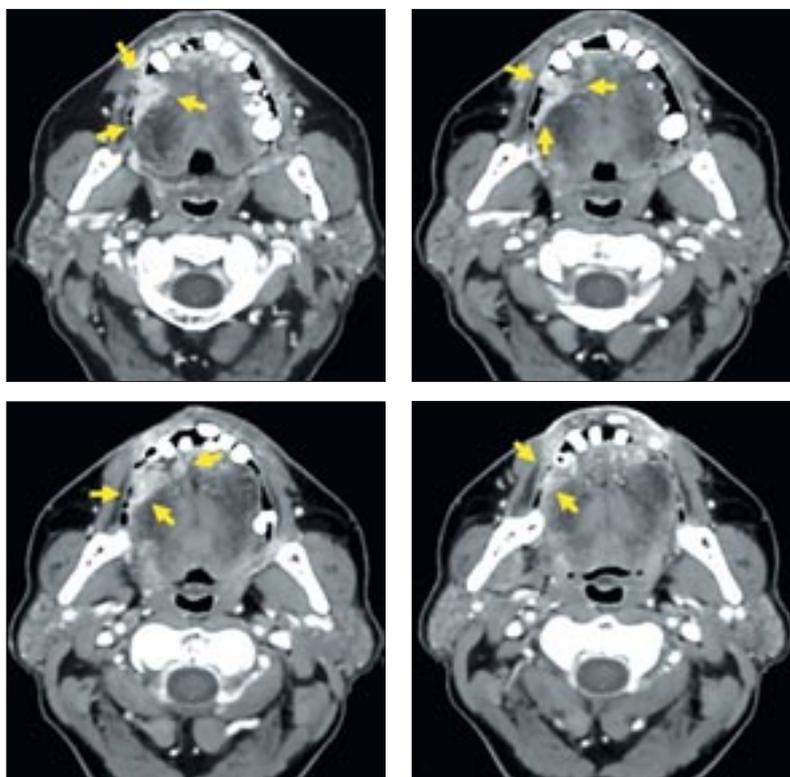


Рис. 2. Пациент К., 51 год: МДКТ шеи, ротоглотки с внутривенным контрастированием. Определяется гипervasкулярная опухоль со смешанным характером роста, занимающая нижнюю и боковую поверхности передних отделов правой половины языка (опухоль показана стрелками).

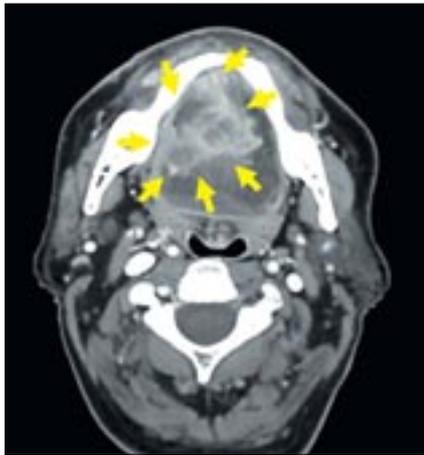
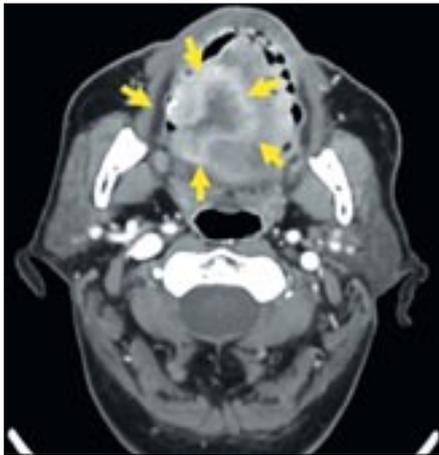


Рис. 3. Пациент Г., 68 лет: МДКТ области языка с внутривенным контрастированием. Опухоль спинки языка с распространением на нижнюю поверхность, дно полости рта. В центре опухоли определяется гиподенсная область (зона распада). Границы поражения показаны стрелками.

(15%) больных дополнительно определялось поражение ретро-малярного пространства. При дальнейшем опухолевом росте отмечалось поражение элементов гортаноглотки, гортани. Со стороны корня языка процесс мог распространяться на валлекулы надгортанника – передние отделы ротоглотки (рис. 4, 5).

Проведение МДКТ с внутривенным контрастированием позволяло надежно оценить состояние опухоли языка с прилежащими магистральными сосудами. Нами были установлены следующие основные лучевые симптомы, выявленные у 3 (7,5%) пациентов, свидетельствующие об опухолевой инвазии сосудов:

- 1) наличие опухолевого субстрата в паравазальной клетчатке;
- 2) пораженный сосуд отнесен кнаружи;
- 3) сужение внутреннего просвета пораженного сосуда.

Важным элементом в диагностике инвазии магистральных сосудов являлась оценка взаимоотношения опухоли с сосудами на стороне поражения по сравнению с противоположной стороной (см. рисунок 5).

Для достижения объективных результатов данные МДКТ были проанализированы независимо от результатов других видов исследования: клинического осмотра, пальпации, эпифарингоскопии, ультразвуковой томографии шеи, не прямой и прямой ларингоскопии.

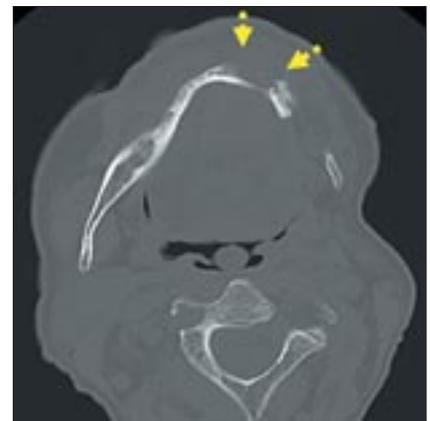
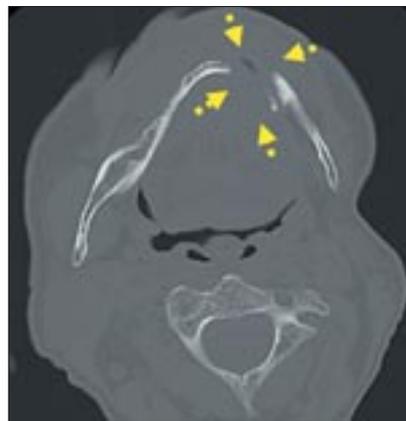
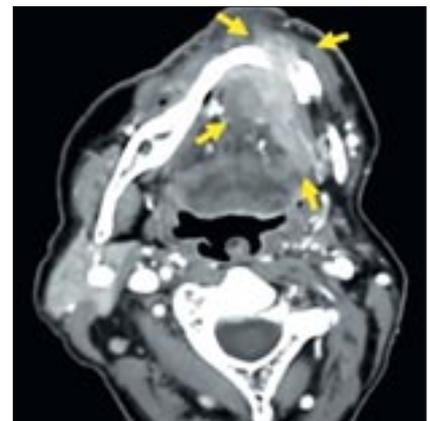
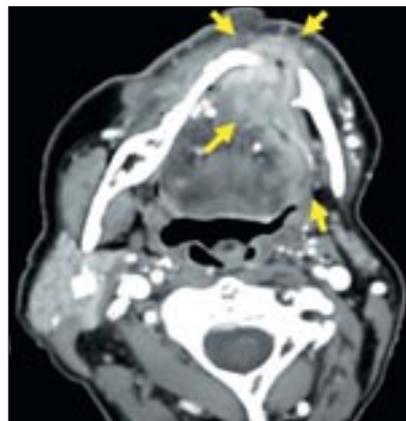


Рис. 4. Пациент К., 67 лет: МДКТ шеи, ротоглотки с внутривенным контрастированием (режим мягкотканой и костной реконструкции). Опухоль нижней поверхности языка слева с распространением процесса через срединную линию на правую половину языка, мягкие ткани дна полости рта, альвеолярную дугу и горизонтальную ветвь нижней челюсти слева, мягкие ткани подбородочной области слева и спереди (границы опухоли показаны сплошными стрелками, границы зоны деструкции нижней челюсти – пунктирными).

Бесконтрастная фаза исследования лишь в ряде случаев позволяла получить ориентировочное представление о локализации и протяженности опухолевого поражения. Наиболее точные сведения достигались после

проведения исследования с внутривенным болюсным контрастированием. По результатам проведенного нами исследования при компьютерной томографии накопление контрастного вещества опухолью языка определялось

в 38 (95%) случаях. Оно начиналось в артериальную фазу исследования, продолжалось в паренхиматозную и венозную фазы. В артериальную фазу контрастирования отмечалось накопление контрастного препарата периферическими отделами опухоли. Кроме того, в артериальную фазу исследования можно было оценить взаимоотношение опухоли с прилежащими магистральными кровеносными сосудами. В венозную и паренхиматозную фазы исследования происходило дальнейшее накопление контрастного препарата опухолью.

Ложноотрицательное заключение по данным компьютерной томографии сделано у 2 больных. В обоих случаях это было обусловлено массивным распадом в структуре опухоли, вследствие чего она не накапливала контрастный препарат при исследовании.

Ложноположительные заключения сделаны в 8 случаях. У 3 пациентов неправильное заключение было обусловлено гемангиомой языка, при которой, так же как и при раке языка, отмечалось активное накопление контрастного препарата опухолью; 2 ложноположительных результата получено у пациентов, страдающих гипертрофией язычной миндалины; еще в 2 случаях диагностирована лимфома. У 1 пациента установлен диагноз «саркома языка».

Истинно отрицательный результат установлен у 32 пациентов. У 20 человек определялась гипертрофия язычной миндалины, картина которой по данным стандартного клинико-инструментального исследования не позволила исключить рак языка. Однако по результатам компьютерной томографии с внутривенным болюсным контрастированием данных за повышенное накопление контрастного вещества элементами языка получено не было, что позволило сделать заключение об отсутствии опухолевой природы изменений. При дальнейшем гистологическом исследовании были получены частицы

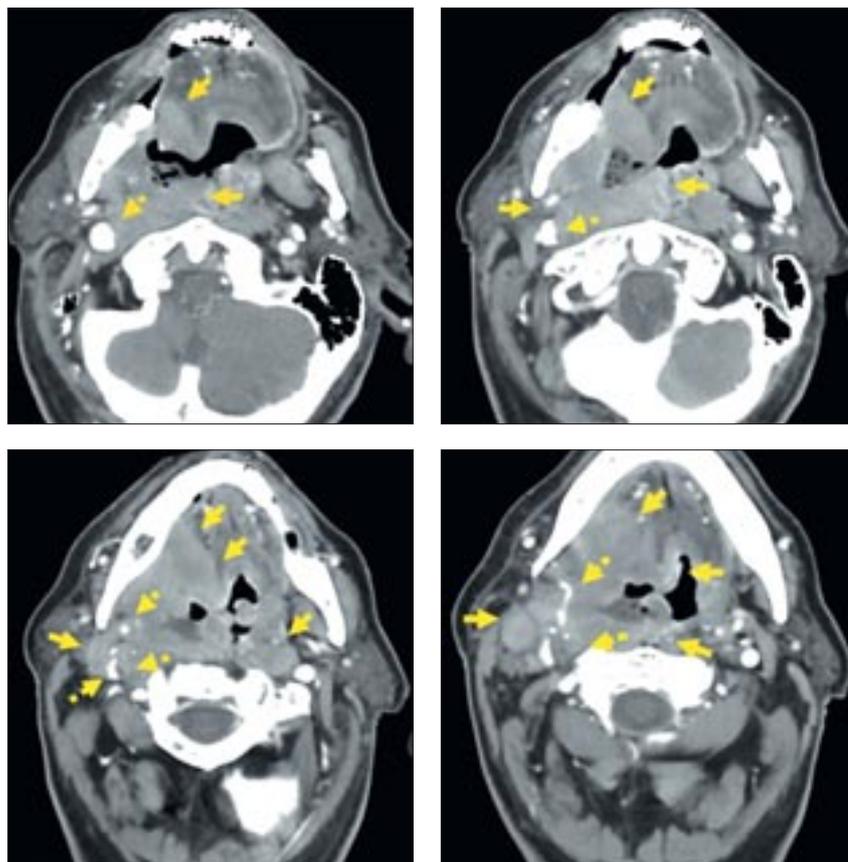


Рис. 5. Пациент К., 65 лет: МДКТ шеи, ротоглотки с внутривенным контрастированием. Опухоль расположена на нижней поверхности языка справа, распространяется на мягкие ткани дна полости рта, боковую стенку ротоглотки справа, переднюю стенку ротоглотки, заднюю и боковую стенки гортаноглотки справа (границы опухоли показаны сплошными стрелками). Опухолевая инфильтрация правой внутренней яремной вены, правой наружной и внутренней сонных артерий показана пунктирными стрелками.

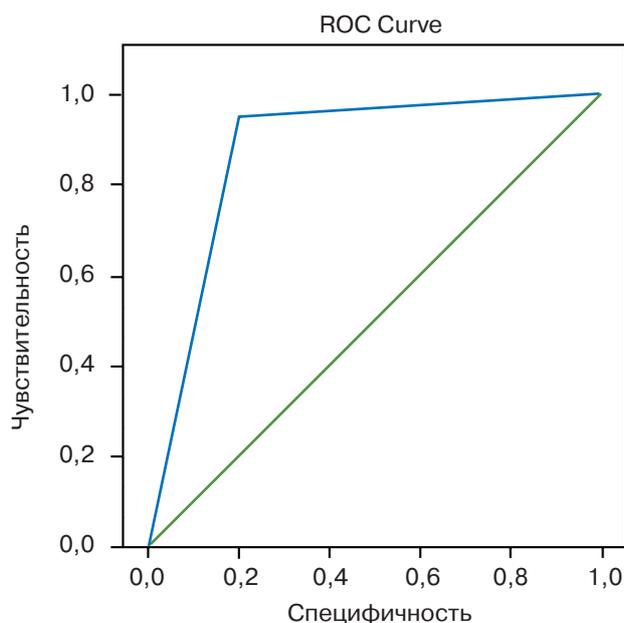


Рис. 6. ROC-кривая ошибок для компьютерной томографии, показывающая зависимость количества истинно положительных результатов от количества ложноположительных случаев у пациентов, поступивших с подозрением на рак языка ($n=80$).

лимфоидной ткани. У 12 человек определялся глоссит неопухолевого генеза, проявлявшийся отеком органа и возникновением гиперпластических элементов на спинке и нижней поверхности языка, по данным стандартного клинико-инструментального обследования которых нельзя было полностью исключить их опухолевую этиологию. Тогда как по результатам компьютерной томографии с внутривенным контрастированием данных за повышенное накопление контрастного препарата мягкими тканями языка получено не было. По результатам последующего гистологического исследования определены элементы хронического воспаления.

Чувствительность компьютерной томографии в выявлении опухолевых изменений при раке языка составила 95%, специфичность – 80,0%, точность – 87,5%, тест прогнозирования положительного результата – 82,6%.

Оценка точности используемого диагностического метода осуществлялась не только путем вычисления показателей чувствительности и специфичности, но и с помощью построения характеристической (ROC) кривой (рис. 6).

Площадь под ROC-кривой составила 0,875 при $p=0,0001$, что свидетельствует о высокой эффективности МДКТ в дифференциальной диагностике опухолевых изменений при раке языка от неопухолевых.

Заключение

На доклиническом этапе обследования пациентов, страдающих раком языка, МДКТ позволяет точно оценить локализацию первичной опухоли, определить протяженность поражения языка, выявить распространение про-

цесса на прилежащие анатомические структуры, что играет важную роль при выборе лечебной тактики.

Литература

1. Чиссов В.И., Старинский В.В. Злокачественные новообразования в России в 2010 году. М.; 2012.
2. Давыдов М.И., Ганцев Ш.Х. Атлас по онкологии. М.: МИА; 2008: 43–4.
3. Васильев П.В. Мультиспиральная рентгеновская компьютерная томография в диагностике рака гортани и гортаноглотки: Дис. ... д-ра мед. наук. М.; 2010.
4. Кушхов О.А.-К. Клиническое значение мультиспиральной компьютерной томографии в выборе метода лечения и объема хирургического вмешательства при раке гортани: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2010.
5. Crespo Martínez C., Navarro Navarro M., Castro Copete M.C. Tumors of the oral cavity: the usefulness of dynamic CT. *Radiologia*. 2008; 50 (6): 509–16.
6. Daisne J.F., Duprez T., Weynand B. Tumor volume in pharyngolaryngeal squamous cell carcinoma: comparison at CT, MR imaging, and FDG PET and validation with surgical specimen. *Radiology*. 2004; 233 (1): 93–100.
7. Hadjiiski L., Mukherji S.K., Gujar S.K. Treatment response assessment of head and neck cancers on CT using computerized volume analysis. *Am. J. Neuroradiol*. 2010; 31 (9): 1744–51.
8. Kim S.H., Han M.H., Park S.W. Radiologic-pathologic correlation of unusual lingual masses: Part II: benign and malignant tumors. *Korean.J. Radiol*. 2001; 2 (1): 42–51.
9. Kim H.J., Lee B.J., Kim S.J. et al. Tongue abscess mimicking neoplasia. *Am. J. Neuroradiol*. 2006; 27 (10): 2202–3.
10. Scarfone C., Lavelly W.C., Cmelak A.J. et al. Prospective feasibility trial of radiotherapy target definition for head and neck cancer using

3-dimensional PET and CT imaging. *J. Nucl. Med*. 2004; 45 (4): 543–52.

References

1. Chissov V.I., Starinskiy V.V. Malignant neoplasms in Russia in 2010. Moscow; 2012 (in Russian).
2. Davydov M.I., Gantsev Sh.Kh. Atlas of Oncology. Moscow: MIA; 2008: 43–4 (in Russian).
3. Vasil'ev P.V. Multidetector computed tomography in the diagnosis of cancer of the larynx and hypopharynx: Dr. med. sci. Diss. Moscow; 2010 (in Russian).
4. Kushkhov O.A.-K. Clinical value of multislice computed tomography in the considering treatment approaches and the amount of surgery for laryngeal cancer: PhD med. sci. Diss. Moscow; 2010 (in Russian).
5. Crespo Martínez C., Navarro Navarro M., Castro Copete M.C. Tumors of the oral cavity: the usefulness of dynamic CT. *Radiologia*. 2008; 50 (6): 509–16.
6. Daisne J.F., Duprez T., Weynand B. Tumor volume in pharyngolaryngeal squamous cell carcinoma: comparison at CT, MR imaging, and FDG PET and validation with surgical specimen. *Radiology*. 2004; 233 (1): 93–100.
7. Hadjiiski L., Mukherji S.K., Gujar S.K. Treatment response assessment of head and neck cancers on CT using computerized volume analysis. *Am. J. Neuroradiol*. 2010; 31 (9): 1744–51.
8. Kim S.H., Han M.H., Park S.W. Radiologic-pathologic correlation of unusual lingual masses: Part II: benign and malignant tumors. *Korean.J. Radiol*. 2001; 2 (1): 42–51.
9. Kim H.J., Lee B.J., Kim S.J. et al. Tongue abscess mimicking neoplasia. *Am. J. Neuroradiol*. 2006; 27 (10): 2202–3.
10. Scarfone C., Lavelly W.C., Cmelak A.J. et al. Prospective feasibility trial of radiotherapy target definition for head and neck cancer using

Поступила 21.04.2014

Компьютерно-томографическая картина неизмененных лимфатических узлов средостения у детей, не инфицированных микобактериями туберкулеза

Л.П. Шепелева¹, к. м. н., заведующая отделением лучевой диагностики;

И.Е. Тюрин², д. м. н., профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики, лучевой терапии и медицинской физики

¹ ГБУ Республики Саха (Якутия) «Научно-практический центр «Фтизиатрия», ул. Петра Алексеева, 93, Якутск, 677015, Российская Федерация;

² ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последиplomного образования» Министерства здравоохранения РФ, ул. Баррикадная, 2/1, Москва, 123995, Российская Федерация

Computed tomography pattern of unchanged mediastinal lymph nodes in children with uninfected *Mycobacterium tuberculosis*

L.P. Shepeleva¹, MD, PhD, Head of Radiodiagnosis Department;

I.E. Tyurin², MD, PhD, DSc, Professor, Head of Department of Radiodiagnosis, Radiotherapy and Medical Physics

¹ Scientific-and-Practical Center «Phthiology», Republic of Sakha (Yakutia), ul. Petra Alekseeva, 93, Yakutsk, 677015, Russian Federation;

² Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Ministry of Health of the RF, ul. Barrikadnaya, 2/1, Moscow, 123995, Russian Federation

Цель исследования – дать рентгенологическую характеристику лимфатических узлов средостения, выявленных при проведении компьютерной томографии (КТ) у детей и подростков, не инфицированных микобактериями туберкулеза.

Материал и методы. В основу исследования положены результаты компьютерной томографии, выполненной у 105 детей и подростков, не инфицированных микобактериями туберкулеза. Всем детям и подросткам рентгеновское исследование выполнялось на двухсрезовом спиральном компьютерном томографе «Somatom Emotion Duo» фирмы Siemens. В процессе исследования применяли стандартную методику спирального сканирования органов грудной клетки для детей по программе Thorax Routine.

Результаты. Установлено, что у 73,3% детей в норме визуализируются 1–3 группы внутригрудных лимфатических узлов, у 22,8% детей лимфатические узлы не выявляются. В норме величина лимфатических узлов у детей не превышает 0,8 см в поперечнике, лимфатические узлы имеют однородную структуру, четкие, ровные контуры, перинодулярная жировая клетчатка не изменена. По данным КТ зависимости размера и количества видимых групп лимфатических узлов от возраста не выявлено.

Заключение. Верхней границей поперечного размера лимфатических узлов средостения в норме можно считать значение 8 мм, при отсутствии патологических изменений со стороны структуры лимфатических узлов и перинодулярной клетчатки.

Введение

Лимфатическая система и лимфатические узлы в организме человека выполняют транспортную, резорбционную, дренажную функции, участвуют в лимфопоэзе, играют барьерную роль [1–5].

По литературным данным размеры внутригрудных лимфатических узлов весьма вариабельны. Размер наиболее мелких узлов составляет около 0,5–1,0 мм. В исследованиях, посвященных нормальной и патологической

Objective: to provide X-ray characteristics of mediastinal lymph nodes revealed by computed tomography (CT) in children and adolescents with uninfected *Mycobacterium tuberculosis*.

Material and methods. The basis of the study was the results of CT in 105 children and adolescents with uninfected with *Mycobacterium tuberculosis*. All the children and adolescents from a follow-up group underwent X-ray study using a two-slice spiral Somatom Emotion Duo CT scanner (Siemens). The study used a conventional procedure for chest scanning in children, by applying the Thorax Routine program.

Results. The study ascertained that Groups 1–3 intrathoracic lymph nodes were visualized in 73.3% of the children in normalcy and were not in 22.8%. In children, the normal size of the lymph nodes did not exceed 0.8 cm in diameter; they had a homogeneous structure and clearly defined, even outlines; their perinodular fat was unchanged. CT data showed that the sizes and number of visible groups of lymph nodes were unrelated to age.

Conclusion. The upper diameter limit for normal mediastinal lymph nodes may be established to be 8 mm if there were no abnormal changes in the structure of lymph nodes and perinodular fat.

Ключевые слова:

компьютерная томография, внутригрудные лимфатические узлы, дети

Index terms:

computed tomography, intrathoracic lymph nodes, children

анатомии внутригрудных лимфатических узлов (ВГЛУ), установлено, что в норме их поперечный размер обычно менее 1 см. Большие размеры свидетельствуют о патологических изменениях узлов [6–8]. Узлы мелких и средних размеров имеют овоидную, округлую или бобовидную форму. Реже встречаются крупные узлы лентовидной и сегментарной формы.

Особенностью туберкулеза у детей и подростков является вовлечение в специфический процесс внутригрудных лимфатических узлов. Основная роль в диагностике туберкулезных лимфоаденоитов принадлежит рентгенологическим методам. В настоящее время компьютерная томография (КТ) обладает значительными возможностями в выявлении внутригрудных лимфатических узлов и позволяет визуализировать ВГЛУ минимального размера 3–4 мм, а кальцинированные – 1 мм [9, 10]. В отличие от традиционной рентгенографии КТ позволяет визуализировать и определять величину ВГЛУ всех групп. Кроме того, КТ дает возможность оценить плотность лимфатических узлов, идентифицировать их как гомогенные, некротические, обызвествленные, изучать вторичные последствия для органов и тканей [11].

Но на сегодняшний день нет единого мнения о компьютерно-томографической визуализации неизменённых лимфатических узлов, то есть о критериях их нормы [12, 13], что обуславливает определенные затруднения в диагностике заболеваний, вызывающих изменения внутригрудных лимфатических узлов.

Разные авторы предлагают различные пороги размеров лимфатических узлов, при превышении которых можно считать изменения в лимфатических узлах патологическими. По данным Я.В. Лазаревой, внутригрудная лимфоаденопатия при туберкулезе классифицируется как выраженная при величине лимфоузлов более 10 мм или конгломе-

рате узлов, как малая аденопатия – при величине лимфоузлов от 5 до 10 мм и микроаденопатия – при величине лимфоузлов менее 5 мм [14].

Согласно исследованиям А.А. Старшиновой (2013 г.), условной величиной нормы считают размер внутригрудных лимфатических узлов не более 0,5 см [15]. Ю.В. Ваганов и Л.Г. Земко (2002 г.) считают патологически измененными лимфатические узлы средостения более 8 мм или меньшего размера, но сливающиеся в конгломераты [16]. Н. Geldmacher et al. (2002 г.) рекомендуют рассматривать все выявленные ВГЛУ диаметром более 1 см как подозрительные [17].

Важное теоретическое и практическое значение имеет проблема определения возрастной морфологии лимфатической системы. Изучением этого вопроса занималась Л.И. Рассохина (1958–1964 гг.) [18]. Автором установлено, что в детском возрасте дольчатых узлов значительно больше и они ярче выражены. Несколько больше их у плодов и новорожденных. А.А. Ахмедзянов в своих исследованиях (1976 г.) доказал, что наибольшее число узлов относительно большого размера отмечается у детей в возрасте от 2 до 11 лет. К старости количество узлов и их размер уменьшаются и каждый из оставшихся имеет большую территорию притока. Кроме того, у людей пожилого возраста капсула лимфатических узлов более плотно сращена с окружающими тканями [19].

Исследования зарубежных авторов показали, что при определении состояния структур средостения по данным КТ частота ошибок из-за неправильной оценки размеров ЛУ достигает 15–38% [20–23]. Таким образом, в настоящее время единые критерии оценки выявляемых при КТ изменений со стороны лимфоузлов, по которым можно ставить диагноз детского туберкулеза, четко не определены и вопрос о размерах неизменённых ВГЛУ остается актуальным.

Материал и методы

Для определения размеров внутригрудных лимфатических узлов в норме и их дифференциации с аденопатиями нами проведена оценка локализации, размеров ВГЛУ у 105 здоровых, не инфицированных микобактериями туберкулеза детей различного возраста (табл. 1).

Рентгенологическое исследование проводилось на компьютерном спиральном томографе «Somatom Emotion Duo» фирмы Siemens по программе Thorax Routine, с выполнением томографических срезов толщиной 3 и 5 мм.

Все дети и подростки были разделены на четыре возрастные группы: от 0 до 2 лет – 22 (21,0%), от 3 до 6 лет – 37 (35,2%), от 7 до 13 лет – 24 (22,8%), от 14 до 17 лет – 22 (21,0%) человека. Распределение по полу: мальчиков было 60 (57,1%), девочек – 45 (42,9%). Из общего числа включенных в исследование детей и подростков жителей сельской местности было 58 (55,2%), городских – 47 (44,8%).

По национальному составу распределение оказалось следующим: самую многочисленную группу составили якуты – 73 (69,5%) человека, русских было 14 (13,3%), представителей малых народностей Севера – 11 (10,5%), детей других национальностей – 7 (6,7%).

Почти все дети (93,3%) получили вакцинацию БЦЖ, а у 28,3% от общего числа детей и подростков в возрасте 7–13 лет и 14–17 лет проведена ревакцинация (табл. 2).

Всем детям была проведена туберкулинодиагностика, результаты реакций Манту с 2ТЕ, выполненных в период от рождения до КТ-обследования, были отрицательные. У 68 (64,8%) детей неинфицированность микобактериями туберкулеза была подтверждена отрицательными результатами Диаскинтеста.

По данным анамнеза 45 (42,9%) детей часто болели простудными заболеваниями: ОРВИ, катаральными ангинами, острыми

Таблица 1

Характеристика детей и подростков, не инфицированных микобактериями туберкулеза, по полу, возрасту, национальности

Характеристика	Возраст, лет								Всего (n=105)	
	0–2 (n=22)		3–6 (n=37)		7–13 (n=24)		14–17 (n=22)		абс.	%
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%		
Место жительства										
город	13	59,1	20	54,0	8	33,3	6	27,3	47	44,8
село	9	40,9	17	46,0	16	66,7	16	72,7	58	55,2
Пол										
мужской	11	50,0	19	51,4	16	66,7	14	63,6	60	57,1
женский	11	50,0	18	48,6	8	33,3	8	36,4	45	42,9
Национальность										
якуты	14	63,7	26	70,3	19	79,2	14	63,7	73	69,5
русские	3	13,6	6	16,2	2	8,3	3	13,6	14	13,3
малые народности	3	13,6	3	8,1	2	8,3	3	13,6	11	10,5
другие	2	9,1	2	5,4	1	4,2	2	9,1	7	6,7
Итого...	22	21,0	37	35,2	24	22,8	22	21,0	105	100

Таблица 2

Характеристика детей и подростков, не инфицированных микобактериями туберкулеза

Характеристика	Возраст, лет								Всего (n=105)	
	0–2 (n=22)		3–6 (n=37)		7–13 (n=24)		14–17 (n=22)		абс.	%
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%		
Медико-биологический фактор										
вакцинация	21	95,5	33	89,2	23	95,8	21	95,5	98	93,3
ревакцинация	–	–	–	–	2	8,3	11	50,0	13	12,4
Сопутствующие заболевания										
частые ОРВИ	3	42,8	9	47,3	6	33,3	4	33,3	22	39,3
частые ангины	–	–	4	21,1	3	16,7	3	25,0	10	17,9
частые бронхиты	2	28,6	1	5,3	6	33,3	3	25,0	12	21,4
пневмонии	2	28,6	5	26,3	3	16,7	2	16,7	12	21,4

Таблица 3

Рентгенологические критерии нормальных внутригрудных лимфатических узлов у здоровых детей и подростков

Возраст, лет	Количество видимых при проведении КТ лимфатических узлов													
	0		1		2		3		4		5		6	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
0–2 (n=22)	4	18,2	8	36,4	8	36,4	2	9,0	–	–	–	–	–	–
3–6 (n=37)	8	21,6	15	40,6	7	18,9	6	16,2	1	2,7	–	–	–	–
7–13 (n=24)	7	29,2	8	33,3	6	25,0	3	12,5	–	–	–	–	–	–
14–17 (n=22)	5	22,7	7	31,8	4	18,1	3	13,6	1	4,6	1	4,6	1	4,6
Всего (n=105)...	24	22,8	38	36,2	25	23,8	14	13,3	2	1,9	1	1,0	1	1,0

бронхитами и пневмониями. При этом на момент проведения компьютерной томографии острых или обострения хронических воспалительных заболеваний у детей группы исследования не было, они были практически здоровы.

Результаты

По нашим данным, в группе исследования при проведении компьютерной томографии у

73,3% детей визуализировались 1–3 группы внутригрудных лимфатических узлов, а у 22,8% детей лимфатические узлы не выявлялись. У 3,9% детей определялось от 4 до 6 групп лимфатических узлов. Чаще всего наибольшее распространение видимых лимфатических узлов наблюдалось у детей подросткового возраста – от 14 до 17 лет (табл. 3).

Величина лимфатических узлов у детей в норме не превышает 0,8 см в поперечнике (табл. 4). При этом явной зависимости размеров и количества видимых групп лимфоузлов от возраста нами не выявлено (рис. 1).

Чаще визуализируются паравазальные (20,0%), парааортальные (22,1%) и ретрокавалльные (26,9%) лимфатические узлы, реже встречаются правые трахео-

Лимфатические узлы и их размеры у не инфицированных МБТ детей и подростков

Возраст, лет	Группы видимых лимфатических узлов, количество (размеры в см)														Всего	
	паравазальные		ретрокавадные		паратрахеальные		трахеобронхиальные		парааортальные		аортального окна		бифуркационные			
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
0–2 (n=22)	6	20,7	9	23,1	1	8,4	3	30,0	7	21,9	1	33,3	3	15,0	30	20,7
3–6 (n=37)	9	31,0	13	33,3	4	33,3	2	20,0	12	37,5	1	33,3	7	35,0	48	33,1
7–13 (n=24)	5	17,3	7	18,0	4	33,3	1	10,0	7	21,8	1	33,4	4	20,0	29	20,0
14–17 (n=22)	9	31,0	10	25,6	3	25,0	4	40,0	6	18,8	–	–	6	30,0	38	26,2
Итого (n=105)	29	20,0	39	26,9	12	8,3	10	6,9	32	22,1	3	2,0	20	13,8	145	100



Рис. 1. Компьютерная томограмма ребенка 3 лет: ретрокавадный лимфатический узел 0,6 см в поперечнике.



Рис. 2. Компьютерная томограмма подростка 15 лет: паравазальные лимфатические узлы до 0,7 см в поперечнике.



Рис. 3. Компьютерная томограмма ребенка 7 лет: лимфатический узел аортального окна до 0,7 см и ретрокавадный лимфатический узел до 0,6 см в поперечнике.

бронхиальные лимфатические узлы (6,9%) и лимфатические узлы аортального окна (2,0%) (рис. 2). В одной группе определяется не более двух-трех лимфатических узлов. Лимфатические узлы имеют однородную структуру, четкие, ровные контуры, перилимфатическая жировая клетчатка не изменена (рис. 3).

Заключение

У практически здоровых, не инфицированных микобактериями туберкулеза детей при КТ-исследовании выявляются несколько групп (от 1 до 3) внутригрудных лимфоузлов. Лимфатические узлы в норме имеют размеры от 3 до 8 мм в поперечнике или они не визуализируются. При этом должны отсутствовать патологические изменения со стороны структуры лимфатических узлов и перилимфатической клетчат-

ки, а также слияния их в конгломераты.

Таким образом, в качестве верхней границы поперечного размера лимфатических узлов средостения в норме можно установить 8 мм, при отсутствии патологических изменений со стороны структуры лимфатических узлов и перинодулярной клетчатки.

Литература

1. Бородин Ю.И., Ефремов А.В., Зыков А.А. Лимфатическая система и лимфотропные средства: пособие для практических врачей. Новосибирск; 1997.
2. Senac J.P., Giron J., Bousquet C. Cancer of the lung. Part 1: Diagnosis and Staging for the local extent of primary tumor (T category). In: Imaging of the chest: an update. Vienna: 1991: 33–43.
3. Сапин М.Р., Юрина Н.А., Этинген Л.Е. Лимфатический узел (структура и функция). М.: Медицина; 1978.
4. Quint L.E. Imaging of anterior mediastinal masses. *Cancer Imaging*. 2007; 1 (7): Spec No A: 56–62.
5. Lardinios D., Weder W., Hany Th.F. Staging of non-small-cell lung cancer with integrated positron – emission tomography and computed tomography. *N. Engl. J. Med.* 2003; 348: 250–7.
6. Харченко В.П., Котляров П.М., Глаголев Н.А. Рентгеновская компьютерная томография в диагностике заболеваний легких и средостения [Электронный ресурс]. М.: Видар; 1998.
7. Munden R.F., Swisher S.S., Stevens C.W. Imaging of the patient with non-small-cell lung cancer. *Radiology*. 2005; 237: 803–18.
8. Patel S.G., Shah J.P. TNM staging of cancers of the head and neck: striving for uniformity among diversity. *Cancer J. Clin.* 2005; 55: 242–58.
9. Котляров П.М., Свиридов Н.К., Шимановский Н.Л. Диагностическая информативность компьютерной и магнитно-резонансной томографии при патологии

- легких и средостения. *Пульмонология*. 1999; 4: 81–3.
10. Лазарева Я.В. Значение компьютерной томографии в диагностике и классификации туберкулеза внутригрудных лимфатических узлов у детей. *Проблемы туберкулеза и болезней легких*. 2005; 12: 14–9.
 11. Venkteswaran R.V., Barron D.J., Barwn W.J. A forgotten old disease: mediastinal tuberculous lymphadenitis in children. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2005; 27: 401–4.
 12. Гиллер Д.Б., Папков А.В., Демикхова О.В. Инструментальная диагностика внутригрудных лимфаденопатий. *Проблемы туберкулеза*. 2006; 10: 3–6.
 13. Севастьянова Т.А. Гипердиагностика первичного туберкулеза у детей. В кн.: Тезисы докладов VIII Российского съезда фтизиатров. М.; 2007: 239–40.
 14. Лазарева Я.В. Компьютерная томография в диагностике туберкулеза органов дыхания: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М.; 2002.
 15. Старшинова А.А. Туберкулез у детей из семейного очага инфекции (диагностика, клиническое течение и профилактика): Дис. ... д-ра мед. наук. СПб.; 2013.
 16. Ваганов Ю.В., Земко Л.Г. Комплексная лучевая диагностика при системном поражении лимфатических узлов средостения. В кн.: Материалы научно-практической конференции «Новые технологии в медицине: диагностика, лечение, реабилитация». Минск; 2002: 89–92.
 17. Geldmacher H., Taube C., Kroeger C. Assessment of lymph node tuberculosis in northern Germany. *Chest*. 2002; 121: 1177–82.
 18. Рассохина Л.И. Возрастные изменения внутриорганной лимфатической системы легкого. В кн.: Труды III научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М.; 1959: 551–6.
 19. Ахмедзянов А.А. Лимфогенная система при вакцинном и туберкулезном процессах. Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство; 1977.
 20. Arita T., Matsumoto T., Kuramitsu T. Is it possible to differentiate malignant mediastinal nodes from benign nodes by size? Reevaluation by CT, transesophageal echocardiography, and nodal specimen. *Chest*. 1996; 110 (4): 1004–08.
 21. Buy J.N., Ghossain M.A., Poirson F. Computed tomography of mediastinal lymph nodes in non-small-lung cancer: a new approach based on the lymphatic pathway of tumor spread. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 1988; 127: 545–52.
 22. Bonomo L., Ciccotosto C., Guidotti A. Lung cancer staging: the role of computed tomography and magnetic resonance imaging. *Eur. J. Radiol.* 1996; 23 (1): 35–45.
 23. Gdeedo A., Van Schil P., Corthouts B. Prospective evaluation of computed tomography and mediastinoscopy in mediastinal lymph node staging. *Eur. Respir. J.* 1997; 10 (7): 1547–51.

References

1. Borodin Yu.I., Efremov A.V., Zykov A.A. Lymphatic system lymphotropic solutions. Textbook for practicing physicians. Novosibirsk; 1997 (in Russian).
2. Senac J.P., Giron J., Bousquet C. Cancer of the lung. Part 1: Diagnosis and Staging for the local extent of primary tumor (T category). In: *Imaging of the chest: an update*. Vienna: 1991: 33–43.
3. Sapin M.R., Yurina N.A., Etingen L.E. Lymph node (structure and function). Moscow: Meditsina; 1978 (in Russian).
4. Quint L.E. Imaging of anterior mediastinal masses. *Cancer Imaging*. 2007; 1 (7); Spec No A: 56–62.
5. Lardinios D., Weder W., Hany Th.F. Staging of non-small-cell lung cancer with integrated positron – emission tomography and computed tomography. *N. Engl. J. Med.* 2003; 348: 250–7.
6. Kharchenko V.P., Kotlyarov P.M., Glagolev N.A. X-ray computed tomograph in diagnosis of lung and mediastinal diseases. Moscow: Vidar; 1998 (in Russian).
7. Munden R.F., Swisher S.S., Stevens C.W. Imaging of the patient with non-small-cell lung cancer. *Radiology*. 2005; 237: 803–18.
8. Patel S.G., Shah J.P. TNM staging of cancers of the head and neck: striving for uniformity among diversity. *Cancer J. Clin.* 2005; 55: 242–58.
9. Kotlyarov P.M., Sviridov N.K., Shimanovskiy N.L. Diagnostic informative value of computer tomography and magnetic resonance imaging on lung and mediastinal pathology. *Pul'monologiya*. 1999; 4: 81–3 (in Russian).
10. Lazareva Ya.V. CT in diagnosis and classification of intrathoracic lymph node tuberculosis among children. *Problemy tuberkuleza i bolezney legkikh*. 2005; 12: 14–9 (in Russian).
11. Venkteswaran R.V., Barron D.J., Barwn W.J. A forgotten old disease: mediastinal tuberculous lymphadenitis in children. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2005; 27: 401–4.
12. Giller D.B., Papkov A.V., Demikhova O.V. Instrumental diagnostics of intrathoracic lymphadenopathy. *Problemy tuberkuleza*. 2006; 10: 3–6 (in Russian).
13. Sevast'yanova T.A. Overdiagnosis of child primary tuberculosis. In: *Theses of lectures of VIII Russian Phthiologial Conference*. Moscow: 2007: 239–40 (in Russian).
14. Lazareva Ya.V. Computer tomography in diagnosis of respiratory tuberculosis: Dr. med. sci. Diss. Moscow; 2002 (in Russian).
15. Starshinova A.A. Child tuberculosis from family infection pocket (diagnosis, clinical progression and prevention). Dr. med. sci. Diss. St. Petersburg; 2013 (in Russian).
16. Vaganov Yu.V., Zemko L.G. Complex radiodiagnosis of systemic lesion of mediastinal lymph nodes. In: *Materials of research and practice conference New Technology in Medicine: diagnosis, treatment, rehabilitation*. Minsk; 2002; 89–92 (in Russian).
17. Geldmacher H., Taube C., Kroeger C. Assessment of lymph node tuberculosis in northern Germany. *Chest*. 2002; 121: 1177–82.
18. Rassokhina L.I. Age-related changes of intraorganic lymphatic system of a lung. In: *Works of III Scientific Conference on age-related morphology, physiology and biochemistry*. Moscow; 1959: 551–6 (in Russian).
19. Akhmedzyanov A.A. Lymphogenic system in vaccinal an tuberculoud processes. Irkutsk: East-Siberian book publishers; 1977 (in Russian).
20. Arita T., Matsumoto T., Kuramitsu T. Is it possible to differentiate malignant mediastinal nodes from benign nodes by size? Reevaluation by CT, transesophageal echocardiography, and nodal specimen. *Chest*. 1996; 110 (4): 1004–08.
21. Buy J.N., Ghossain M.A., Poirson F. Computed tomography of mediastinal lymph nodes in non-small-lung cancer: a new approach based on the lymphatic pathway of tumor spread. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 1988; 127: 545–52.
22. Bonomo L., Ciccotosto C., Guidotti A. Lung cancer staging: the role of computed tomography and magnetic resonance imaging. *Eur. J. Radiol.* 1996; 23 (1): 35–45.
23. Gdeedo A., Van Schil P., Corthouts B. Prospective evaluation of computed tomography and mediastinoscopy in mediastinal lymph node staging. *Eur. Respir. J.* 1997; 10 (7): 1547–51.

Поступила 23.05.2014

Роль магнитно-резонансной томографии при исследовании больных с синдромом диабетической стопы

М.А. Замышевская, ординатор;
В.Д. Завадовская, д. м. н., профессор;
В.Д. Удодов, ординатор;
М.А. Зоркальцев, к. м. н., ассистент кафедры;
Е.Г. Григорьев, к. м. н., ассистент кафедры

ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ,
Московский тракт, 2, Томск, 634050, Российская Федерация

Role of magnetic resonance imaging in the study of patients with diabetic foot syndrome

M.A. Zamyshevskaya, Resident Physician;
V.D. Zavadovskaya, MD, PhD, DSc, Professor;
V.D. Udodov, Resident Physician;
M.A. Zorkal'tsev, MD, PhD, Assistant of the Department;
E.G. Grigor'ev, MD, PhD, Assistant of the Department

Siberian State Medical University, Ministry of Health of the RF,
Moskovskiy trakt, 2, Tomsk, 634050, Russian Federation

Цель исследования – изучить результаты магнитно-резонансной томографии (МРТ) пациентов с осложненным течением синдрома диабетической стопы (СДС) для исключения/установления остеомиелита.

Материал и методы. Исследованы 27 пациентов (14 женщин и 13 мужчин, средний возраст $60 \pm 12,2$ года) с сахарным диабетом 1 и 2 типа и подозрением на остеомиелит, развившийся на фоне СДС. Магнитно-резонансная томография голеностопных суставов и стоп проводилась в последовательностях T1-ВИ, T2-ВИ, FSat. Оценивалось состояние мягких тканей, сухожильно-связочного аппарата, костей. Результаты МРТ сопоставлялись с данными динамического клинического наблюдения и оперативного вмешательства с последующим исследованием морфологического материала. Диагноз остеомиелита был достоверно установлен в 7 случаях, у 20 пациентов остеомиелит отсутствовал.

Результаты. Наибольшей чувствительностью при МРТ обладают следующие признаки: отек костного мозга (100%), отек мягких тканей (85,7%) и их сочетание (85,7%), а наиболее специфичными были примыкание обширного раневого дефекта или свища к кости (100%) и сочетание отека костного мозга с теносиновитом (90%). Меньшую диагностическую информативность имеет деструкция кости, при чувствительности 14,3% и специфичности 10%. Деструкция мягких тканей и наличие теносиновита характеризуются средними показателями чувствительности (57,1 и 42,9% соответственно) и специфичности (55 и 50% соответственно).

Заключение. МРТ-картина остеомиелита у пациентов с СДС характеризуется полиморфностью при различной диагностической эффективности отдельно взятых симптомов.

Введение

Синдром диабетической стопы (СДС) представляет собой одно из распространенных и тяжелых осложнений сахарного диабета, заболевания, характери-

зующегося высокой социальной значимостью [1]. Присоединение инфицирования с последующим развитием остеомиелита (ОМ) вызывает тяжелые клинические последствия, которые приводят

Objective: to give the results of magnetic resonance imaging (MRI) in patients with complicated diabetic foot syndrome (DFS) to rule out or identify osteomyelitis.

Material and methods. Twenty-seven (14 women and 13 men; mean age 60 ± 12.2 years) with type 1 and 2 diabetes mellitus and suspected osteomyelitis that had developed in the presence of DFS were examined. Ankle joint and foot MRI was carried out in T1-weighted MR image, T2-weighted MRI image, and FSat sequences. The soft tissue, tendoligamentous apparatus, and bones were evaluated. The results of MRI were compared with the data of a clinical follow-up study and surgery, followed by morphological examination. The diagnosis of osteomyelitis was validly established in 7 cases; this disease was absent in 20 patients.

Results. MRI showed the highest sensitivity for bone marrow edema (100%), soft tissue swelling (85.7%), and their concurrence (85.7%) and the highest specificity for an extensive wound defect or fistula attached to the bone (100%) and bone marrow edema concurrent with tenosynovitis (90%). With a sensitivity of 14.3% and a specificity of 10%, MRI was of less informative value in assessing bone destruction. It was characterized by moderate sensitivity and moderate specificity for soft tissue destruction (57.1 and 42.9%, respectively) and tenosynovitis (55 and 50%, respectively).

Conclusion. Osteomyelitis MRI demonstrated a polymorphic pattern with different diagnostic efficiency for individual symptoms.

Ключевые слова:

магнитно-резонансная томография,
синдром диабетической стопы,
остеомиелит

Index terms:

magnetic resonance imaging,
diabetic foot syndrome, osteomyelitis

к необходимости ампутации конечностей [2, 3].

Условием проведения адекватной терапии является своевременная диагностика остеомиелита, развившегося на фоне СДС. Однако общеизвестна сложность выявления ОМ у данной категории больных, связанная с трудностью отличия деструктивно-литических изменений, обусловленных нейротрофическими изменениями, от гнойного расплавления кости [4].

Ведущая роль в диагностике и дифференциальной диагностике вариантов течения СДС принадлежит лучевым методам исследования. Основопологающей диагностической модальностью является рутинная рентгенография, однако возможности метода не позволяют выявить ранние признаки воспаления на фоне обширного остеолиза [5]. Остеосцинтиграфия обладает высокой чувствительностью в индикации повышенного костного метаболизма, что, однако, не обеспечивает дифференциальную диагностику воспаления и других патологических внутрикостных процессов. Высокоспецифичным методом ядерной медицины в диагностике внутрикостных воспалительных процессов является

сцинтиграфия с мечеными лейкоцитами, но возможности метода при исследовании кистей и стоп ограничены низкой пространственной разрешающей способностью [2].

Данные большинства источников свидетельствуют о значительных преимуществах МРТ в исследовании диабетической стопы ввиду высокой разрешающей способности метода при визуализации костных и мягкотканых структур [5–7].

Целью настоящего исследования явилась оценка возможностей МРТ при исследовании пациентов с осложненным течением СДС для исключения/установления наличия ОМ.

Материал и методы

Были исследованы 27 пациентов (14 женщин и 13 мужчин, средний возраст $60 \pm 12,2$ года), страдающих сахарным диабетом 1 и 2 типа, с подозрением на ОМ, развившийся на фоне СДС. Диагноз сахарного диабета был установлен согласно критериям ВОЗ 1999 г. [8]. Пациенты предъявляли жалобы на наличие боли в пораженной стопе ($n=27$; 100%). При объективном исследовании были выявлены следующие симптомы: отек мягких тканей ($n=26$;

96,3%), гиперемия ($n=24$; 88,9%), наличие язвенного дефекта ($n=6$; 22,2%), местное повышение температуры ($n=18$; 66,7%), ослабление пульсации сосудов стоп ($n=7$; 25,9%). Оперативное вмешательство было выполнено 7 пациентам, 20 пациентов получали консервативное лечение, с последующим наблюдением в динамике. В результате исследования полученного в ходе операций морфологического материала диагноз ОМ был подтвержден в 100% случаев.

Магнитно-резонансная томография голеностопных суставов и стоп проводилась с использованием МР-томографа Vantage 1,5 Тл Toshiba Medical Systems Europe в трех стандартных сечениях – сагиттальном, коронарном и поперечном, с толщиной среза 3–5 мм, с использованием последовательностей T1- и T2-взвешенных изображений (ВИ), FSat.

Результаты

Изменения мягких тканей, выявленные по результатам МРТ у 26 пациентов, включали в себя отек мягких тканей и деструкцию мягких тканей. При этом отек был выявлен у 22 пациентов, а у 4 больных определялась только деструкция, без отека мягких тканей. Изменения сухожильно-связочного аппарата отмечены у 15 (55,5%) пациентов, костных структур – у 26 (96,3%), при этом у 21 (77,8%) больного – с вовлечением суставов стоп (табл. 1).

Преобладающими изменениями мягких тканей, согласно полученным данным, были явления отека, отмеченные у 22 (81,5%) пациентов, с преимущественной локализацией в области треугольника ахиллова сухожилия, по медиальной поверхности стопы, в меньшей степени – в области подошвенной поверхности стопы. Отек мягких тканей определялся на МРТ в виде локальных участков снижения сигнала на T1-ВИ, изоинтенсивного/повышенного сигнала на T2-ВИ

Таблица 1

МР-симптомы, выявленные у пациентов с СДС с подозрением на наличие ОМ

Симптом	Число пациентов
Отек мягких тканей	22 (81,5%)
разлитой	12 (44,4%)
ограниченный	10 (37%)
Дефекты мягких тканей	13 (48,1%)
обширные	6 (22,2%)
локальные: свищевой ход	7 (25,9%)
Теносиновит	13 (48,1%)
Отек костного мозга	19 (70,4%)
Деструкция костной ткани	19 (70,4%)
обширная, с коллапсом кости	6 (22,2%)
поверхностная (кортикальный слой кости)	13 (48,1%)
эрозии	7 (25,9%)
кисты	6 (22,2%)
Отсутствие изменений мягких тканей	1 (3,7%)

и повышения сигнала на FSat. На фоне отека у 13 (48,1%) пациентов наблюдались дефекты мягких тканей, среди которых примерно в равном количестве были выявлены обширные раневые поверхности ($n=6$; 22,2%) и локальные изменения – в виде свищевого хода ($n=7$; 25,9%). У 4 (14,8%) больных имело место примыкание раневой поверхности и свища к кости. Раневая поверхность характеризовалась на МРТ дефектом наружного контура мягких тканей, имеющим низкий сигнал на T1-ВИ и промежуточный сигнал на T2-ВИ и FSat. Свищевой ход на МРТ визуализировался в виде тонкой с четкими контурами линии жидкостного сигнала (высокоинтенсивного на T2-ВИ и FSat), проходящей через мягкие ткани, при этом наиболее чувствительным для его обнаружения явилось FSat-изображение (рис. 1). У 1 (3,7%) пациента изменений мягких тканей не было обнаружено.

Изменения сухожильно-связочного аппарата были представлены теносиновитом – выявлен у 13 (48,1%) больных. Чаще изменения визуализировались по ходу сухожилий длинного сгибателя большого пальца стопы – 11 (40,7%) случаев и длинного сгибателя пальцев стоп – также 11 (40,7%) случаев, при этом сочетание поражения обоих сгибателей наблюдалось в 10 случаях из 11. На МР-томограммах теносиновит характеризовался утолщением пораженного сухожилия, высокоинтенсивным сигналом в виде линейных структур, окружающих контур сухожилия на T2-ВИ и FSat, и низкоинтенсивным сигналом на T1-ВИ (рис. 2).

Преимущественными изменениями костных структур, выявленными при МРТ у данной категории пациентов, были отек костного мозга – у 19 (70,4%) и деструкция – также у 19 (70,4%) больных (см. табл. 1). Разлитой отек определялся у 3 (11,1%) пациентов, в 16 (59,3%) случаях отек костного мозга носил локализованный характер. На МРТ отек костного мозга проявлялся

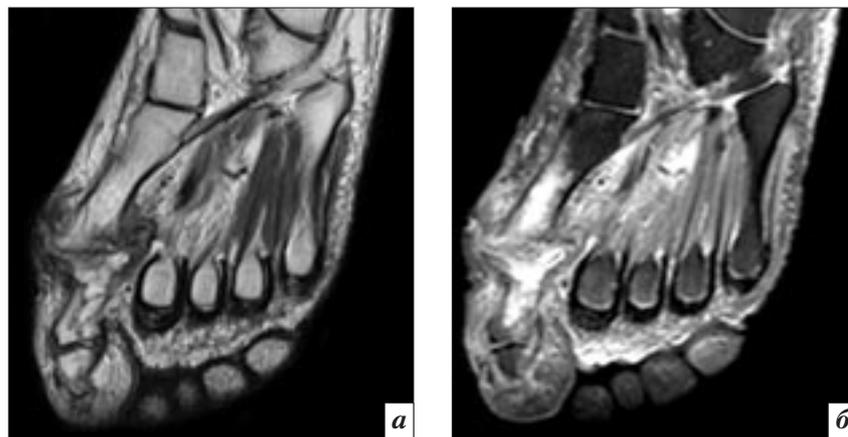


Рис. 1. МРТ стопы, коронарные проекции, T1-ВИ (а) и FSat (б) пациента Г., 62 лет. СД 2 типа. Диабетическая стопа, смешанный тип. Остеомиелит I плюсневой кости, основной фаланги и артрит плюснефалангового сустава I пальца стопы. Визуализируются свищевой ход на внутренней поверхности плюснефалангового сустава I пальца, который отчетливо связан с полостью сустава, деструкция и отек костного мозга костей, образующих сустав.

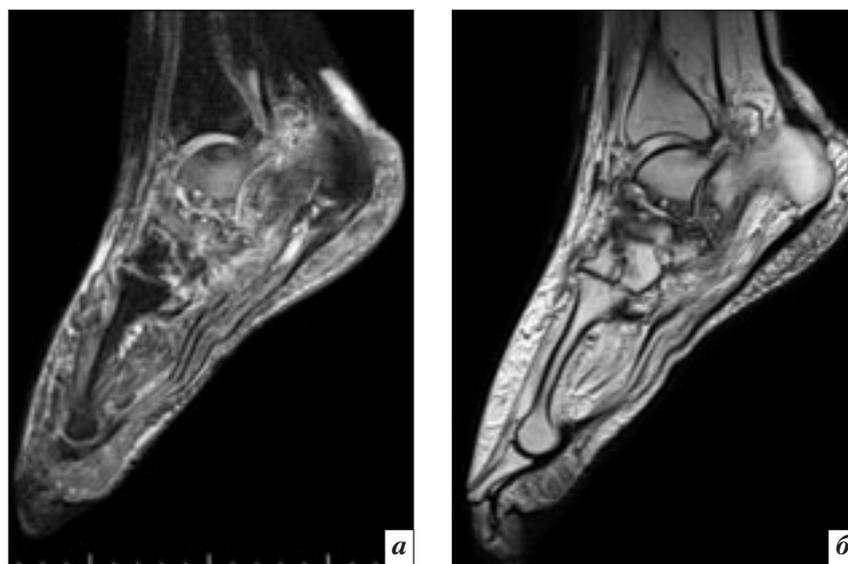


Рис. 2. МРТ стопы, сагиттальные проекции, FSat (а) и T2-ВИ (б) пациента М., 69 лет. СД 2 типа. Стопа Шарко. Визуализируются деструкция и отек костного мозга таранной, пяточной, ладьевидной, клиновидной костей, деформация суставных поверхностей. Теносиновит сгибателей и разгибателей стопы. По ходу голеностопного сустава – жидкость. Локализованные скопления жидкости по ходу таранно-пяточного сустава. Окружающие мягкие ткани области голеностопного сустава дезорганизованы, отечны.

как локальное или диффузное повышение сигнала на T2-ВИ и FSat и снижение сигнала – на T1-ВИ.

Костные эрозии наблюдались у 7 (25,9%) пациентов, у 6 (22,2%) выявлены субхондральные кисты, у 6 (22,2%) пациентов имела место обширная деструкция с коллапсом кости. Костные эрозии визуализировались как неровность и прерывистость кор-

тикального слоя пораженной кости с четким отграничением костного дефекта от окружающей костной ткани. Кисты характеризовались округлыми участками деструкции с гипоинтенсивным сигналом на T1-ВИ и повышенным сигналом на T2-ВИ и в режиме FSat. При обширном коллапсе наблюдалась дезорганизация кости с гетерогенной МР-структурой, обусловленной

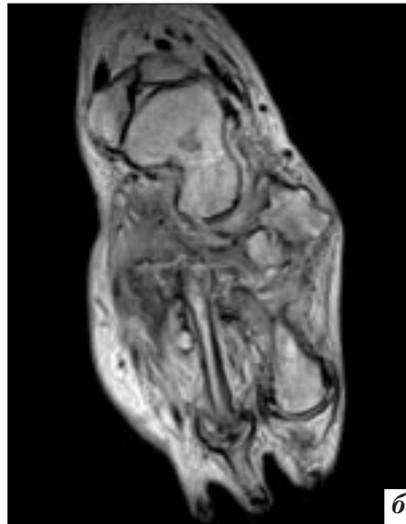
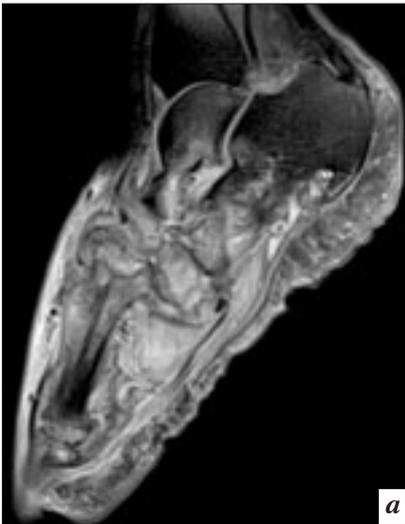


Рис. 3. МРТ стопы, сагиттальная проекция в FSat (а) и коронарная проекция в T2-ВИ (б) пациента Б., 62 лет. СД 2 типа. Стопа Шарко. Распространенная деструкция костей предплюсны с дезорганизацией предплюсне-плюсневых суставов. Отек костного мозга костей предплюсны, I и II плюсневых костей. Деформация суставных поверхностей головки и основания I и II плюсневых костей в сочетании с кистозной перестройкой. Дезорганизация и обширный отек мягких тканей области предплюсны и плюсны.

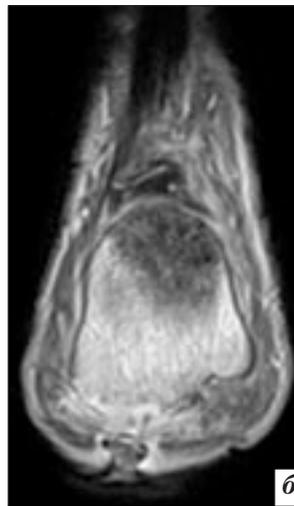
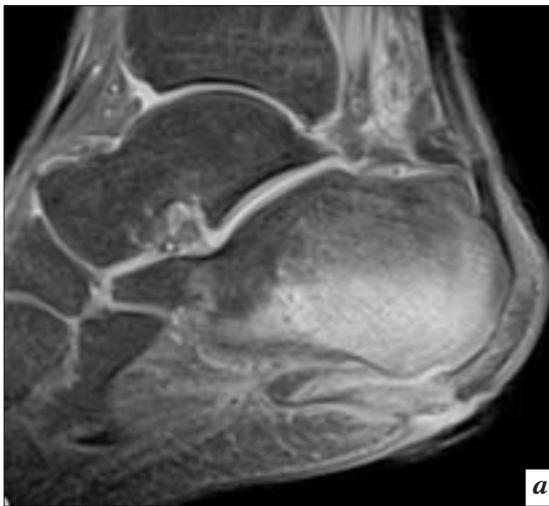
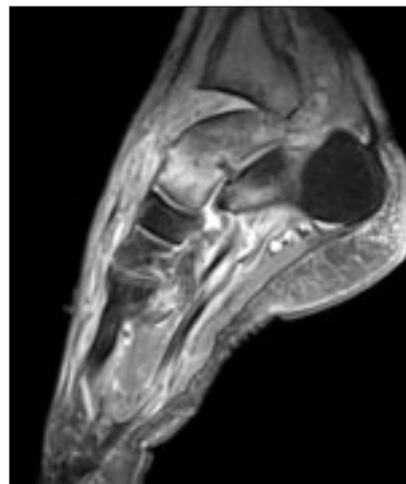


Рис. 4. МРТ стопы, FSat, сагиттальная (а) и коронарная (б) проекции пациента В., 39 лет. СД 2 типа. Диабетическая стопа, смешанный тип. Остеомиелит пяточной кости. Обширный отек костного мозга пяточной кости, преимущественно в области бугра. По всей дистальной поверхности бугра пяточной кости отсутствует кортикальный слой. По подошвенной поверхности на фоне отека дефект мягких тканей (1,1×1,6 см), соприкасающийся с наружным контуром бугра пяточной кости. По ходу дефекта мягких тканей – структура с низкоинтенсивным сигналом (турунда).

наличием в деструкции гнойно-некротических масс. Преимущественная локализация патологических изменений – пяточная кость – у 9 (33,3%) и таранная кость – у 8 (29,6%) больных, а также ладьевидная кость – у 6 (22,2%), кубовидная кость – у 5 (18,5%) и клиновидная кость – у 6 (22,2%) больных. В дистальных отделах стоп преобладающей локализацией были головки I плюсневых костей – у 13 (48,1%), а также проксимальные фаланги пальцев стоп – у 12 (44,4%) пациентов (рис. 3).

Примыкание раневой поверхности и свища к кости имело место у 4 (14,8%) больных (рис. 4). Сочетание двух и более симптомов патологии костных структур наблюдалось у 11 больных, при этом во всех случаях одновременно визуализировались отек



костного мозга и костная деструкция, в 9 случаях данные симптомы сочетались с отеком мягких тканей, а в 7 случаях – с теносиновитом.

Сочетание отека мягких тканей с отеком костного мозга без признаков костной деструкции

Рис. 5. МРТ стопы, FSat, сагиттальная проекция пациента Д., 46 лет. СД 2 типа. Диабетическая стопа, смешанный тип. Остеомиелит. Обширный отек костного мозга, отек костного мозга передних отделов пяточной кости. Теносиновит сгибателей и разгибателей стопы. Отсутствие конгруэнтности суставных поверхностей большеберцовой и таранной костей, жидкостное содержимое по ходу сустава.

было выявлено у 13 (48,1%) пациентов. Сочетание теносинoviта с отеком костного мозга без признаков костной деструкции обнаружено у 4 (14,8%) пациентов (рис. 5).

Наиболее частыми изменениями на МР-томограммах суста-

вов являлись эрозии суставных поверхностей. При этом в патологический процесс в большей степени вовлекались голеностопный ($n=10$; 37%) и плюснефаланговые ($n=11$; 40,7%) суставы, в меньшей степени – таранно-пяточно-ладьевидный ($n=3$; 11,1%), пяточно-кубовидный, предплюсне-плюсневый, межфаланговые (по $n=2$; 7,4%) суставы. У 6 (22,2%) пациентов изменение суставных поверхностей голеностопного, II плюснефалангового и таранно-пяточного суставов сочеталось с наличием свободной внутрисуставной жидкости.

Обсуждение

Актуальность проблемы осложненного течения синдрома диабетической стопы состоит в сложности выявления остеомиелита на фоне нейропатических изменений костей стоп. В связи с этим целесообразен вопрос о наиболее эффективном методе своевременной лучевой диагностики ОМ стоп, которым, по мнению ряда авторов, является МРТ [5, 6, 9].

На основании сопоставления МР-картины с результатами оперативных вмешательств и данными динамического клинического наблюдения диагноз остеомиелита был установлен в 7 (25,9%) случаях, у 20 (74,1%) пациентов остеомиелит отсутствовал. При этом у пациентов были выявлены такие МР-симптомы, как отек мягких тканей, деструкция мягких тканей, примыкание язвы/свища к кости, теносиновит, отек костного мозга, деструкция кости, а также различные варианты их сочетания.

Отек мягких тканей имел место как у больных остеомиелитом – 6 случаев (истинно положительные результаты – ИП), так и у больных без него – 16 случаев (ложноположительные результаты – ЛП). У 1 пациента с остеомиелитом данный симптом не был выявлен с помощью МРТ (ложноотрицательный результат – ЛО), а показатели чувствительности и специфичности

для отека мягких тканей составили 85,7 и 20% соответственно.

Деструкция мягких тканей визуализировалась у 4 пациентов с ОМ (ИП), но одновременно определялась и при его отсутствии – у 9 больных (ЛП). В 3 случаях симптом не определялся на МРТ при наличии остеомиелита (ЛО). Чувствительность и специфичность симптома оказались примерно одинаковыми – 57,1 и 55%.

Теносиновит выявлен на МР-томограммах у 3 пациентов с ОМ, а также у 10 без него (ИП и ЛП соответственно). В 4 случаях наличия остеомиелитического процесса теносиновит не определялся (ЛО). Чувствительность данного симптома была несколько ниже специфичности – 42,9 и 50% соответственно.

Отек костного мозга оказался симптомом, характерным не только для пациентов с ОМ, несмотря на то, что был выявлен во всех 7 случаях (ИП). Данный симптом определялся и у 12 пациентов без ОМ (ЛП). Отек костного мозга у больных с СДС характеризовался максимальной чувствительностью – 100%, но низкой специфичностью – 40%.

Деструкция кости была выявлена с помощью МРТ в 1 случае ОМ (ИП), но у 18 больных без ОМ данный симптом также определялся (ЛП). А в большинстве случаев доказанного остео-

миелита (у 6 пациентов) деструкция кости не визуализировалась. Показатели чувствительности и специфичности составили 14,3 и 10% соответственно.

Примыкание дефекта мягких тканей в виде язвы или свища к пораженной кости было обнаружено только в 4 случаях наличия ОМ (ИП), однако у 3 пациентов данный симптом не был выявлен (ЛО). Специфичность оказалась максимальной при средних показателях чувствительности (100 и 57,1% соответственно).

Сочетание указанных выше симптомов у пациентов с ОМ выявлялось реже, чем у пациентов без ОМ: отек костного мозга одновременно с костной деструкцией был обнаружен лишь у 3 больных ОМ, а сочетание данных симптомов с отеком мягких тканей либо с теносиновитом – в 2 и 1 случаях соответственно. Отек костного мозга в сочетании с теносиновитом также был выявлен на МРТ у небольшого числа больных ОМ (2 случая), чаще у пациентов с ОМ определялись одновременно отек костного мозга и отек мягких тканей – 6 случаев. Количество ЛП и ЛО случаев, а также чувствительность и специфичность различных вариантов сочетания симптомов, выявленных на МР-томограммах, представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

**Результаты МРТ
в выявлении внутрикостного воспалительного процесса**

Симптом	ИП	ИО	ЛО	ЛП
Отек мягких тканей	6	4	1	16
Деструкция мягких тканей	4	11	3	9
Теносиновит	3	10	4	10
Примыкание язвы/свища к кости	4	20	3	0
Отек костного мозга	7	8	0	12
Деструкция кости	1	2	6	18
Отек костного мозга + костная деструкция	3	12	4	8
Отек костного мозга + костная деструкция + отек мягких тканей	2	13	5	7
Отек костного мозга + костная деструкция + теносиновит	1	14	6	6
Отек костного мозга + отек мягких тканей	6	13	1	7
Отек костного мозга + теносиновит	2	18	5	2

Таблица 3

Эффективность МРТ в диагностике ОМ у пациентов с СДС

Симптом	Чувствительность, %	Специфичность, %
Отек мягких тканей	85,7	20
Деструкция мягких тканей	57,1	55
Теносиновит	42,9	50
Примыкание язвы/ свища к кости	57,1	100
Отек костного мозга	100	40
Деструкция кости	14,3	10
Отек костного мозга + костная деструкция	42,9	60
Отек костного мозга + костная деструкция + отек мягких тканей	28,6	65
Отек костного мозга + костная деструкция + теносиновит	14,3	70
Отек костного мозга + отек мягких тканей	85,7	65
Отек костного мозга + теносиновит	28,6	90

При анализе эффективности МРТ в диагностике ОМ было установлено, что наибольшей чувствительностью обладают следующие симптомы: отек костного мозга (100%), отек мягких тканей (85,7%), а также их одновременная визуализация у одного пациента (85,7%). Стоит отметить, что, несмотря на высокие показатели чувствительности в выявлении ОМ, отек мягких тканей оказался низкоспецифичным (20%), а отек костного мозга характеризуется показателями специфичности ниже среднего (40%). Наибольшей специфичностью для данной категории больных обладают примыкание обширного раневого дефекта или свища к кости (100%) и сочетание отека костного мозга с теносиновитом (90%). При этом максимальная специфичность примыкания свища/язвы к кости сочетается со средними показателями чувствительности. Наименьшая эффективность отмечена при симптоме деструкции кости: чувствительность составила 14,3%, специфичность – 10%.

Такие симптомы, как деструкция мягких тканей и наличие теносиновита, характеризуются средними показателями чувствительности (57,1 и 42,9% соответ-

ственно) и специфичности (55 и 50% соответственно). Согласно полученным данным (см. таблицу 3), при сочетании указанных выше симптомов показатели чувствительности были значительно ниже специфичности, исключением являлось сочетание отека костного мозга с отеком мягких тканей (чувствительность 85,7%, специфичность 65%).

Заключение

В результате проведенных исследований нами была получена полиморфная МР-картина ОМ в виде следующих симптомов и их сочетания: отек мягких тканей, деструкция мягких тканей, примыкание язвы/свища к кости, теносиновит, отек костного мозга, деструкция кости. Несмотря на то что МРТ отводится значительная роль в диагностике осложненного течения СДС в связи с высокой разрешающей способностью данного метода в визуализации анатомических структур и патологических изменений, диагностическая эффективность МРТ, по нашим данным, неоднозначна. Наиболее существенными при выявлении воспаления в целом оказались такие МР-симптомы, как отек мягких тканей, отек костного

мозга и их сочетание у одного пациента. Для непосредственного выявления ОМ значимыми симптомами явились примыкание язвы/свища к кости, сочетание отека костного мозга с теносиновитом, а также сочетанная визуализация отека костного мозга с деструкцией костной ткани на фоне теносиновита. При этом деструкция кости как самостоятельный симптом не играла ведущей роли в диагностике остеомиелитического процесса.

Литература

1. Аметов А.С. Сахарный диабет 2 типа. Проблемы и решение. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2014.
2. Завадовская В.Д., Куражов А.П., Килина О.Ю. Лучевая диагностика остеомиелита на фоне диабетической стопы. *Мед. визуализация*. 2009; 4: 43–54.
3. Fridman R., Bar-David T., Kamen S., Staron R.B., Leung D.K., Rasiej M.J. Imaging of diabetic foot infections. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2014; 31(1): 43–56.
4. Fujii M., Terashi H., Tahara S. Efficacy of magnetic resonance imaging in diagnosing osteomyelitis in diabetic foot ulcers. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2014; 104 (1): 24–9.
5. Кармазановский Г.Г., Шуракова А.Б. Магнитно-резонансно-томографическая диагностика остеомиелита. М.: Видар; 2011.
6. Donovan A., Schweitzer M.E. Use of MR Imaging in diagnosing diabetes-related pedal osteomyelitis Education exhibits. *RadioGraphics*. 2010; 30 (3): 723–36.
7. Fujii M., Armsrong D.G., Terashi H. Efficacy of magnetic resonance imaging in diagnosing diabetic foot osteomyelitis in the presence of ischemia. *J. Foot Ankle Surg.* 2013; 52 (6): 717–23.
8. Дедов И.И., Шестакова М.В., Максимова М.А. Федеральная целевая программа «Сахарный диабет». М.; 2002.
9. Roug I.K., Pierre-Jerome C. MRI spectrum of bone changes in the diabetic foot. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81 (7): 1625–9.
10. Уоткинс Питер Дж. Сахарный диабет. Пер. с англ. под ред. М.И. Балаболкина. М.: Бином; 2006.

11. Johnson P.W., Collins M.S., Wenger D.E. Diagnostic utility of T1-weighted MRI characteristics in evaluation of osteomyelitis of the foot. *AJR*. 2009; 192 (1): 96–100.
12. Toledano T.R., Fatone E.A., Weis A., Cotten A., Beltran J. MRI evaluation of bone marrow changes in the diabetic foot: a practical approach. *Semin. Musculoskelet. Radiol.* 2011; 15 (3): 257–68.
13. Yang C., Tandon A. A pictorial review of diabetic foot manifestations. *Med. J. Malaysia*. 2013; 68 (3): 279–89.
3. Fridman R., Bar-David T., Kamen S., Staron R.B., Leung D.K., Rasiej M.J. Imaging of diabetic foot infections. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2014; 31 (1): 43–56.
4. Fujii M., Terashi H., Tahara S. Efficacy of magnetic resonance imaging in diagnosing osteomyelitis in diabetic foot ulcers. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2014; 104 (1): 24–9.
5. Karmazanovskiy G.G., Shurakova A.B. Magnetic resonance tomographic diagnosis of osteomyelitis. Moscow: Vidar; 2011 (in Russian).
6. Donovan A., Schweitzer M.E. Use of MR Imaging in diagnosing diabetes-related pedal osteomyelitis Education exhibits. *RadioGraphics*. 2010; 30 (3): 723–36.
7. Fujii M., Armsrong D.G., Terashi H. Efficacy of magnetic resonance imaging in diagnosing diabetic foot osteomyelitis in the presence of ischemia. *J. Foot Ankle Surg.* 2013; 52 (6): 717–23.
8. Dedov I.I., Shestakova M.V., Maksimova M.A. Federal target program "Diabetes mellitus". Moscow; 2002 (in Russian).
9. Roug I.K., Pierre-Jerome C. MRI spectrum of bone changes in the diabetic foot. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81 (7): 1625–9.
10. Watkins P. Diabetes mellitus. Moscow: Binom; 2006 (in Russian).
11. Johnson P.W., Collins M.S., Wenger D.E. Diagnostic utility of T1-weighted MRI characteristics in evaluation of osteomyelitis of the foot. *AJR*. 2009; 192 (1): 96–100.
12. Toledano T.R., Fatone E.A., Weis A., Cotten A., Beltran J. MRI evaluation of bone marrow changes in the diabetic foot: a practical approach. *Semin. Musculoskelet. Radiol.* 2011; 15 (3): 257–68.
13. Yang C., Tandon A. A pictorial review of diabetic foot manifestations. *Med. J. Malaysia*. 2013; 68 (3): 279–89.

References

1. Ametov A.S. Diabetes mellitus type 2. Problems and Solutions. Moscow: GEOTAR-Media; 2014 (in Russian).
2. Zavadovskaya V.D., Kurazhov A.P., Kilina O.Yu. Radiological diagnostics of the osteomyelitis in diabetic foot. *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2009; 4: 43–54 (in Russian).

Поступила 28.03.2014

Прогностическое значение позитронной эмиссионной томографии с ^{18}F -ФДГ в ранней оценке эффективности лечения больных неходжкинскими лимфомами

М.М. Ходжибекова, к. м. н., врач-радиолог;

Л.А. Тютин, д. м. н., профессор, заместитель директора по научной работе;

Н.А. Костеников, д. м. н., заведующий отделением радиоизотопной позитронной эмиссионной томографии;

Н.В. Ильин, д. м. н., профессор, руководитель отделения лучевой терапии системных заболеваний;

Ю.Н. Виноградова, к. м. н., с. н. с.

ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий»

Министерства здравоохранения РФ,

пос. Песочный, ул. Ленинградская, 70, Санкт-Петербург, 197758, Российская Федерация

Prognostic value of ^{18}F -FDG positron emission tomography in the early evaluation of the efficiency of treatment in patients with non-Hodgkin lymphomas

M.M. Khodzhibekova, MD, PhD, Radiologist;

L.A. Tyutin, MD, PhD, DSc, Professor, Deputy Director for Science;

N.A. Kostenikov, MD, PhD, DSc, Head of Department of Radioisotope Positron Emission Tomography;

N.V. Il'in, MD, PhD, DSc, Professor, Head of Department of Radiation Therapy of Systemic Diseases;

Yu.N. Vinogradova, MD, PhD, Senior Research Associate

Russian Research Center of Radiology and Surgical Technologies,

Ministry of Health of the Russian Federation,

poselok Pesochnyy, ul. Leningradskaya, 70, St. Petersburg, 197758, Russian Federation

Цель исследования – определение роли позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ) с ^{18}F -ФДГ, выполненной после 2–3 циклов химиотерапевтического лечения, в прогнозировании течения заболевания и определении группы больных, требующих более интенсивного лечения.

Материал и методы. Обследован 71 пациент с неходжкинскими лимфомами различных гистологических типов. Позитронная эмиссионная томография проводилась на различных этапах диагностики и первичного лечения больных.

Результаты. После 2–3 циклов полихимиотерапии (ПХТ) у 36 (50,7%) пациентов сохранялись признаки метаболической активности лимфопролиферативного заболевания (ПЭТ-позитивная группа), у 35 (49,3%) больных очаги патологического накопления радиофармпрепарата (РФП) не определялись (ПЭТ-негативная группа). На протяжении всего периода наблюдения (медиана 405 дней) 29 (82,9%) больных ПЭТ-негативной группы продолжали оставаться в стадии полной ремиссии. У 6 (17,1%) пациентов на отдаленных этапах были выявлены очаги патологической гиперфиксации РФП, свидетельствующие о рецидиве заболевания. Только у 8 больных ПЭТ-позитивной группы отмечался полный метаболический ответ на полученное лечение в конце 1-й линии ПХТ. У остальных больных сохранялась метаболическая активность заболевания. Результаты ПЭТ, проведенной на отдаленных этапах наблюдения, показали, что у 20 (55,6%) пациентов продолжали визуализироваться метаболически активные опухолевые очаги, у 16 (44,4%) больных дальнейшее лечение привело к полной ремиссии.

Заключение. Данные ПЭТ позволили на ранних этапах химиотерапевтического лечения прогнозировать дальнейшее течение заболевания и дифференцировать пациентов, требующих более интенсивного лечения.

Objective: to define the role of ^{18}F -FDG positron emission tomography (PET) performed after 2–3 chemotherapy cycles in the prediction of disease prognosis and to identify a group of patients requiring more intensive treatment.

Material and methods. Seventy-one patients with non-Hodgkin lymphoma of different histological types were examined. PET was carried out at different stages of diagnosis and primary treatment in the patients.

Results. The examinations made after 2–3 polychemotherapy (PCT) cycles indicated that 36 (50.7%) patients continued to have signs of metabolic activity of lymphoproliferative disease (a PET-positive group) and 35 (49.3%) patients were found to have no abnormal tracer accumulation foci (a PET-negative group). Twenty-nine (82.9%) patients from the PET-negative group continued to remain in complete remission throughout the follow-up (the median follow-up was 405 days). At late stages, 6 (17.1%) patients were identified to have abnormal tracer hyperfixation foci that were indicative of disease recurrence. Only 8 patients from the PET-positive group were observed to show a complete metabolic response to treatment at the end of first-line PCT. The metabolic activity of the disease was maintained in the remaining patients. The results of PET conducted at the late stages of the follow-up indicated that metabolically active tumor foci continued to be visualized in 20 (55.6%) patients and further treatment resulted in complete remission in 16 (44.4%) patients.

Conclusion. PET findings could predict the further course of the disease and differentiate more intensive treatment-requiring patients at the early stages of chemotherapy.

Ключевые слова: позитронная эмиссионная томография с ^{18}F -ФДГ, неходжкинская лимфома, химиотерапевтическое лечение
Index terms: ^{18}F -FDG positron emission tomography, non-Hodgkin lymphoma, chemotherapy

Неходжкинские лимфомы (НХЛ) представляют собой разнородную группу злокачественных опухолей, различающихся между собой по гистопатологическому строению, клиническому течению, ответу на терапию и прогнозу. Для лечения НХЛ применяются все виды противоопухолевой терапии – хирургическое лечение, лучевая терапия, гормонотерапия и химиотерапия. Основой плана лечения являются степень злокачественности лимфом и стадия опухолевого поражения. Химиотерапия – основной универсальный метод лечения, применяемый при всех гистологических вариантах, стадиях и локализациях НХЛ. Основной целью полихимиотерапии (ПХТ) 1-й линии является достижение полной ремиссии. Достижение полной ремиссии, в свою очередь, ассоциируется с длительной безрецидивной выживаемостью. Наступление же частичной ремиссии является признаком плохого прогноза заболевания и требует коррекции лечебной тактики, а также регулярного наблюдения за пациентом [1, 2].

Известно, что дифференциация активной опухолевой и фиброзной ткани является актуальной и часто сложной задачей. С помощью лучевых методов диагностики, в частности рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) во многих случаях не удается отличить активные опухолевые узлы от фиброзной ткани, тем более что приблизительно у 60% пациентов отмечается наличие остаточной опухолевой ткани после получения полихимиотерапевтического лечения 1-й линии [3–5].

Первым методом метаболической визуализации для оценки остаточной опухолевой ткани у больных лимфомами была сцинтиграфия с ⁶⁷Ga-цитратом. Однако основными ограничениями данного метода радиоизотопной диагностики являются низкая разрешающая способность даже при условии получения то-

мографических срезов интересующей анатомической области, низкие показатели чувствительности и специфичности, затрудненная визуализация опухолевых очагов, локализующихся ниже уровня диафрагмы в связи с физиологической гиперфиксацией радиофармпрепарата (РФП) в печени, селезенке и кишечнике [6].

Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ) с ¹⁸F-ФДГ в настоящее время является основным методом метаболической визуализации и успешно применяется в стадировании и оценке эффективности лечения различных онкологических заболеваний, в том числе злокачественных лимфом [7–11]. По сравнению с сцинтиграфией с ⁶⁷Ga-цитратом ПЭТ с ¹⁸F-ФДГ обладает более высокой чувствительностью и специфичностью в диагностике лимфопрлиферативных заболеваний [12–15]. Благодаря усовершенствованию позитронных эмиссионных томографов разрешающая способность метода достигает 2 мм, что значительно упрощает интерпретацию ПЭТ-изображений. Известно, что ¹⁸F-ФДГ – ультракороткоживущий радионуклид с периодом полураспада 109 мин, что позволяет сократить время исследования и уменьшить радиационную нагрузку на больного.

Основным достоинством ПЭТ с ¹⁸F-ФДГ является возможность получить изображение всего тела и провести количест-

венный анализ метаболизма в патологических очагах с использованием показателя стандартизованного уровня захвата, оценить состояние лимфатических узлов практически всех анатомических областей с одновременным анализом состояния экстралимфатических органов. Таким образом, при помощи позитронной томографии уже на ранних этапах имеется принципиальная возможность изучить метаболические изменения, происходящие в опухоли и объективно отображающие ее ответ на проведенное лечение. Однако до настоящего времени крупных исследований в этом направлении не проводилось.

В связи с этим целью нашего исследования явилось изучение возможностей позитронной эмиссионной томографии с ¹⁸F-ФДГ в определении реакции опухоли на полученное лечение и на этой основе выделение двух групп пациентов – с благоприятным прогнозом и больных с высоким возможным рецидива заболевания, требующих перехода на более интенсивное химиотерапевтическое лечение.

Материал и методы

Обследован 71 пациент (51 женщина и 20 мужчин) в возрасте от 21 года до 79 лет с неходжкинской лимфомой различных гистологических типов (см. таблицу).

Большинство обследованных больных получили химиотерапевтическое лечение по схемам

Распределение обследованных больных по гистологическим типам НХЛ

Гистологический тип лимфомы	Число больных	
	абс.	%
Диффузная крупноклеточная В-клеточная лимфома	39	54,9
Экстранодальная лимфома маргинальной зоны	9	12,7
Медиастиальная крупноклеточная В-клеточная лимфома	6	8,45
Фолликулярная лимфома Gr1-2	5	7,0
Фолликулярная лимфома Gr3	4	5,6
Лимфома Беркитта	2	2,8
Анапластическая крупноклеточная лимфома	1	1,4
Лимфома зоны мантии	1	1,4
Лимфома плазмочитарная лимфома	1	1,4
Мелкоклеточная лимфоцитарная лимфома	1	1,4
НХЛ подкожной клетчатки	1	1,4
Хронический В-клеточный лимфолейкоз	1	1,4

СНОР (доксорубицин + винкристин + преднизолон + циклофосфамид) и R-СНОР (схема СНОР+ + мабтера) в зависимости от стадии заболевания и агрессивности НХЛ.

ПЭТ с ^{18}F -ФДГ выполнялась до начала лечения, после 2–3 цикла полихимиотерапии, после окончания 1-й линии ПХТ и на различных этапах в отдаленные периоды наблюдения (от 46 до 2292 дней). Исследование проводили натощак, с предварительным измерением уровня глюкозы в крови. Внутривенно пациентам вводили от 370 до 555 МБк ^{18}F -ФДГ. Регистрацию данных начинали через 60–90 мин после введения РФП. Сканирование проводили от орбитометальной линии до верхней трети бедра. Изображения ПЭТ оценивались визуально и полуколичественно. В автоматическом режиме рассчитывался показатель стандартизованного накопления ^{18}F -ФДГ (standardized uptake value, SUV) для каждой исследуемой области.

Статистический анализ результатов проводили с использованием программы MedCalc. Выживаемость определяли по методу Каплана–Мейера. Результат считали достоверным при $p < 0,05$. С целью сравнения кривых выживаемости между исследуемыми группами применяли тест логарифмического рангового критерия (log-rank test).

Результаты и обсуждение

По результатам позитронной эмиссионной томографии с ^{18}F -ФДГ, проведенной у 71 больного НХЛ после 1-й линии химиотерапевтического лечения, очагов патологического накопления РФП у 43 (60,6%) пациентов не выявлено, что свидетельствовало о полном метаболическом ответе лимфопролиферативного заболевания на полученную терапию. При этом у 35 (81,4%) больных данной группы отдаленные результаты с медианой периода наблюдения 434 дня (диапазон от 46 до 2292 дней) свидетельствовали о сохранении противоопу-

холевого эффекта. Однако у оставшихся 8 (18,6%) пациентов был зафиксирован рецидив заболевания. Также по результатам ПЭТ после 1-й линии ПХТ были выявлены 28 (39,4%) больных, у которых сохранялись очаги патологической гиперфиксации РФП в проекции ранее визуализируемых опухолевых очагов. При этом у 15 (53,6%) больных имелись признаки прогрессирования или стабилизации заболевания, а у 13 (46,4%) определялся частичный метаболический регресс, проявляющийся снижением уровня метаболической активности в патологических очагах более чем на 25% или уменьшением количества опухолевых очагов. При длительных наблюдениях за больными с признаками прогрессирования и частичного регресса заболевания было отмечено, что только у 10 (35,7%) пациентов был достигнут полный противоопухолевый эффект по результатам ПЭТ. При этом 7 из них ранее имели признаки частичного регресса опухолевого поражения.

Результаты ПЭТ с ^{18}F -ФДГ, выполненной на ранних этапах, в промежутке между циклами (после 2–3 цикла) химиотерапевтического лечения, показали, что 36 (50,7%) пациентов из 71 обследованного имели признаки метаболической активности лимфопролиферативного заболевания – ПЭТ-позитивная группа. У 35 (49,3%) пациентов очаги патологического накопления РФП уже на раннем этапе лечения не определялись – ПЭТ-негативная группа.

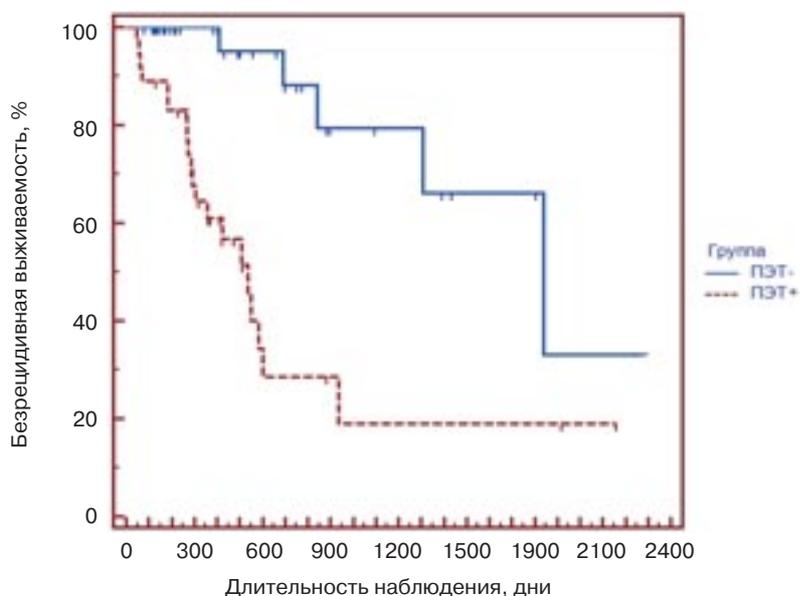
При анализе отдаленных результатов лечения больных ПЭТ-негативной группы обнаружено, что 29 (82,9%) больных оставались в стадии полной ремиссии на протяжении всего периода наблюдения (медиана периода наблюдения составила 405 дней, диапазон от 78 до 2292 дней). Таким образом, уже после 2–3 цикла ПХТ все эти пациенты, пребывающие в длительной ремиссии по результатам ПЭТ, не имели

очагов патологического накопления РФП. Тогда как у 6 (17,1%) пациентов данной группы, имеющих полный ответ на противоопухолевую терапию как на ранних этапах ПХТ, так и по ее окончании, вновь были выявлены очаги патологической гиперфиксации РФП, свидетельствующие о рецидиве заболевания.

Анализ результатов позитронной эмиссионной томографии ПЭТ-позитивной группы больных показал, что только у 8 пациентов из 36 отмечался полный метаболический ответ на полученное лечение в конце 1-й линии ПХТ. У остальных 28 человек сохранялась метаболическая активность заболевания. При этом у 15 пациентов отмечены признаки прогрессирования заболевания, у 13 – зафиксирован частичный метаболический регресс. Результаты ПЭТ, проведенной на отдаленных этапах наблюдения (медиана периода наблюдения составила 585 дней, диапазон от 46 до 2160 дней) за больными данной группы, показали, что у 20 (55,6%) из них продолжали визуализироваться метаболически активные опухолевые очаги, которые у 12 пациентов свидетельствовали о прогрессировании заболевания. У 16 (44,4%) пациентов дальнейшее лечение привело к полной ремиссии.

Оценка выживаемости по методу Каплана–Мейера также подтвердила отрицательную тенденцию в ПЭТ-позитивной группе. Сравнение средних показателей безрецидивной выживаемости в ПЭТ-негативной и ПЭТ-позитивной группах показало, что медиана выживаемости у больных ПЭТ-позитивной группы была почти в 3,5 раза короче, чем у больных ПЭТ-негативной группы, – 537 и 1841 день соответственно. Также при помощи метода Каплана–Мейера нами были получены кривые выживаемости двух исследуемых групп (см. рисунок).

Сравнение кривых выживаемости при помощи логарифмиче-



Кривые выживаемости больных НХЛ в соответствии с данными ПЭТ после 2–3 цикла ПХТ.

ского рангового критерия позволило выявить статистически значимую связь между результатами ПЭТ и безрецидивной выживаемостью ($p=0,0002$). При этом 2-летняя безрецидивная выживаемость больных НХЛ ПЭТ-негативной группы составила 83,8%, а ПЭТ-позитивной группы – 25,15%.

Заключение

Результаты проведенного исследования показывают, что позитронная эмиссионная томография с ^{18}F -ФДГ уже на ранних этапах химиотерапевтического лечения позволяет классифицировать группы пациентов с хорошим ответом на терапию и больных, резистентных к выбранной тактике лечения. Наличие метаболической активности заболевания после 2–3 циклов полихимиотерапии свидетельствует о высоком риске рецидива и является основанием для проведения более агрессивной терапии. Таким образом, наличие или отсутствие метаболически активных опухолевых очагов после 2–3 цикла ПХТ является надежным прогностическим фактором течения заболевания и выживаемости больных.

Литература/References

1. Lymphoma 2000. The first international symposium on biology and treatment of aggressive lymphomas. The stagnation seems to be over. *Ann. Hematol.* 2001; 80 (Suppl. 3): B1-B2.
2. Coiffier B. How to interpret the radiological abnormalities that persist after treatment in non-Hodgkin's lymphoma patients? *Ann. Oncol.* 1999; 10 (10): 1141.
3. Coiffier B., Gisselbrecht C., Vose J.M., Tilly H., Herbrecht R., Bosly A. et al. Prognostic factors in aggressive malignant lymphomas: description and validation of prognostic index that could identify patients requiring a more intensive therapy. *J. Clin. Oncol.* 1991; 9 (2): 211–9.
4. Rankin S.C. Assessment of response to therapy using conventional imaging. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2003; 30 (1): 56–64.
5. Hill M., Cunningham D., MacVicar D., Roldan A., Husband J., McCready R. et al. Role of magnetic resonance imaging in predicting relapse in residual masses after treatment of lymphoma. *J. Clin. Oncol.* 1993; 11(11): 2273–8.
6. Even-Sapir E., Israel O. Gallium-67 scintigraphy: a cornerstone in functional imaging of lymphoma. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2003; 30 (1): 65–81.
7. Kostakoglu L., Goldsmith S.J. Fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the staging and follow-up of lymphoma: is it time to shift gears? *Eur. J. Nucl. Med.* 2000; 27 (10): 1564–78.
8. Karam M., Novak L., Cyriac J., Ameera A., Tipu N., Nugent F. Role of fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography scan in the evaluation and follow-up of patients with low-grade lymphomas. *Cancer.* 2006; 107 (1): 175–83.
9. Kostakoglu L., Coleman M., Leonard J.P., Kuji I., Zoe H., Stanley J.G. PET predicts prognosis after 1 cycle of chemotherapy in aggressive lymphoma and Hodgkin's disease. *J. Nucl. Med.* 2002; 43 (8): 1018–27.
10. Jerusalem G., Beguin Y., Fassotte M.F., Belhocine T., Hustinx R., Rigo P. et al. Early detection of relapse by whole-body positron emission tomography in the follow-up of patients with Hodgkin's disease. *Ann. Oncol.* 2003; 14 (1): 123–30.
11. Jerusalem G., Warland V., Najjar F., Paulus P., Fassotte M.F., Fillet G. et al. Whole-body ^{18}F -FDG PET for the evaluation of patients with Hodgkin's disease and non-Hodgkin's lymphoma. *Nucl. Med. Comm.* 1999; 20 (1): 13–20.
12. Friedberg J.W., Fischman A., Neuberger D., Kim H., Takvorian T., Andrea K. et al. FDG-PET is superior to gallium scintigraphy in staging and more sensitive in the follow-up of patients with de novo Hodgkin lymphoma: a blinded comparison. *Leuk. Lymphoma.* 2004; 45 (1): 85–92.
13. Wirth A., Seymour J.F., Hicks R.J., Ware R., Fisher R., Prince M. et al. Fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography, gallium-67 scintigraphy, and conventional staging for Hodgkin's disease and non-Hodgkin's lymphoma. *Am. J. Med.* 2002; 4 (112): 262–8.
14. Tsukamoto N., Kojima M., Hasegawa M., Oriuchi N., Matsushima T., Yokohama A. et al. The usefulness of ^{18}F -fluorodeoxyglucose positron emission tomography (^{18}F -FDG-PET) and a comparison of ^{18}F -FDG-PET with ^{67}Ga scintigraphy in the evaluation of lymphoma: relation to histologic subtypes based on the World Health Organization classification. *Cancer.* 2007; 110 (3): 652–9.
15. Kostakoglu L., Leonard J.P., Kuji I., Coleman M., Vallabhajosula Sh., Stanley J.G. Comparison of fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography and ^{67}Ga scintigraphy in evaluation of lymphoma. *Cancer.* 2002; 94 (4): 879–88.

Поступила 13.03.2014

Эмболизация ветвей маммарной артерии после операции маммарно-коронарного шунтирования

А.М. Герасимов, к. м. н., врач-кардиолог;

Е.В. Меркулов, к. м. н., н. с. отдела рентгеноэндоваскулярных диагностики и лечения;

А.Н. Самко, д. м. н., профессор, руководитель отдела рентгеноэндоваскулярных диагностики и лечения;

И.Ю. Кошель, ординатор

ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс»
Министерства здравоохранения РФ,
ул. 3-я Черепковская, 15а, Москва, 121552, Российская Федерация

Embolization of mammary artery branches after mammary artery bypass surgery

A.M. Gerasimov, MD, PhD, Cardiologist;

E.V. Merkulov, MD, PhD, Researcher of Department of Endovascular Diagnosis and Treatment;

A.N. Samko, MD, PhD, DSc, Professor, Head of Department of Endovascular Diagnosis and Treatment;

I.Yu. Koshel¹, Resident Physician

Russian Cardiology Research-and-Production Complex, Ministry of Health of the RF,
ul. Tret'ya Cherepkovskaya, 15a, Moscow, 121552, Russian Federation

У некоторых пациентов даже после выполненной операции маммарно-коронарного шунтирования сохраняется клиника стенокардии. Это может быть связано с развитием синдрома коронарного «обкрадывания» из-за наличия крупных боковых ветвей у нативной внутригрудной артерии. Современные методы эмболизации артерий разного диаметра позволяют достаточно безопасно и в полной мере выполнять поставленную задачу. В данной статье описан клинический случай повторной эмболизации боковой ветви маммарно-коронарного шунта при помощи внутрисосудистой спирали.

Маммарно-коронарное шунтирование (МКШ) – один из наиболее часто используемых методов реваскуляризации миокарда, заключающийся в создании анастомоза между коронарными и внутренними грудными (маммарными) артериями (ВГА). Левая маммарная артерия используется для анастомозирования с левой коронарной артерией (ЛКА), чаще всего с передней нисходящей артерией (ПНА), правая маммарная артерия – с правой коронарной артерией (ПКА). Преимущества МКШ заключаются в большем диаметре, долговечности маммарной артерии и устойчивости ее к склерозированию, тромбированию,

меньшей частоте рецидивов стенокардии. Однако из-за наличия крупных боковых ветвей у внутригрудной артерии возможно появление так называемого синдрома «обкрадывания» миокарда и, как следствие, рецидивирующей стенокардии [1–3].

Некоторые авторы полагают, что синдром «обкрадывания» физиологически невозможен, потому что коронарный кровоток происходит в диастолу, а ток крови по внутригрудным артериям – в систолу. Однако неоднократные случаи рецидивирующей стенокардии после проведенной операции МКШ с наличием функционирующих боковых ветвей внутригрудной артерии и ис-

Even after performed mammary artery bypass surgery, some patients continued to have clinical manifestations of angina pectoris. This may be associated with the development of coronary stealing syndrome due to the fact that the native intrathoracic artery has large lateral branches. Current methods for embolization of arteries of different diameters make it possible to accomplish this task reasonably safely and in full measure. This paper describes a clinical case of reembolization of the lateral branch of a mammary artery shunt with an intravascular coil.

чезновение симптомов ишемии после их эмболизации свидетельствуют об обратном [2, 4, 5].

Современные методы эмболизации артерий разного диаметра позволяют достаточно безопасно и в полной мере выполнять поставленную задачу. Спирали для

Ключевые слова:

эмболизация, коронарное шунтирование, эндоваскулярное лечение, спираль для эмболизации, синдром коронарного «обкрадывания»

Index terms:

embolization, coronary bypass surgery, endovascular treatment, embolization coil, coronary stealing syndrome

эмболизации хорошо зарекомендовали себя в плане доставки их к необходимому участку артерии, а также возможности коррекции их положения уже после непосредственной установки в сосуде [6–8].

В качестве иллюстрации представляем описание собственного клинического случая.

Клинический случай

Пациент С., 73 лет, поступил в 2013 г. в отделение неотложной кардиологии РКНПК с жалобами на боли за грудиной сжимающего характера, возникающие при физической нагрузке, редко в покое, купирующиеся после приёма нитроглицерина, на одышку при физической нагрузке, на отёки нижних конечностей, судороги икрожных мышц. В течение последнего года отмечает ухудшение состояния в виде снижения толерантности к физической нагрузке.

Из анамнеза известно, что в 1986 г. пациент перенёс инфаркт миокарда нижней локализации, после чего возникла постинфарктная стенокардия напряжения. В 1987 г. выполнена операция АКШ, после которой боли рецидивировали. В 1996 г. проведена повторная операция АКШ, после которой боли не рецидивировали вплоть до 2005 г., когда вновь появились приступы стенокардии напряжения. В 2008 г. перенёс инфаркт миокарда передней локализации, в связи с чем была выполнена коронарошунтография, по данным которой выявлены: стеноз 70% проксимального и среднего отдела шунта к огибающей артерии (ОА), субтотальный стеноз в дистальном отделе шунта к ОА, окклюзия шунта к ПКА и диагональной артерии (ДА). В этом же году выполнена транслуминая баллонная коронарная ангиопластика (ТБКА) со стентированием шунтов к ОА, артерии тупого края (АТК). Однако ангинозные боли у пациента сохранялись. В 2009 г. проведены ТБКА со стентированием шунта к АТК

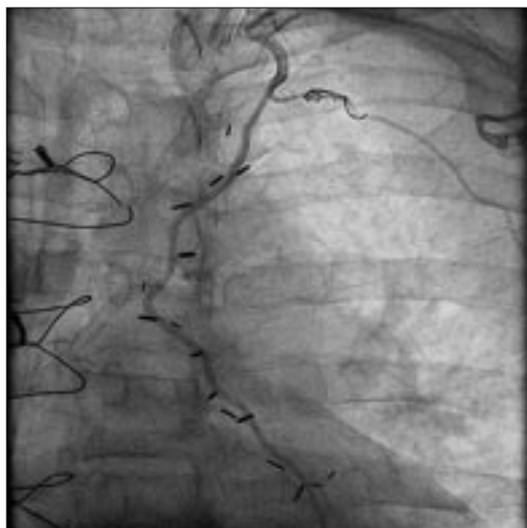


Рис. 1. Контрастирование левой маммарной артерии. Отмечается кровоток по боковой ветви.

и эмболизация боковой ветви маммарного шунта.

Пациент получает антагонист рецепторов ангиотензина II, блокатор кальциевых каналов, бета-блокатор, антиагрегант, магний, статины, нитроглицерин (ситуационно).

При настоящем поступлении в стационаре выполнено суточное холтеровское мониторирование, по данным которого были отмечены частая желудочковая и наджелудочковая экстрасистолия, фрагменты ишемической динамики на ЭКГ. Затем выполнена нагрузочная проба (стресс-ЭхоКГ), по данным которой выявлено следующее: проба положительная, зона гипоакинезии по нижней и переднебоковой стенке ЛЖ. На максимуме нагрузки (при ЧСС 97 уд/мин) нельзя исключить появление зоны гипоакинезии по заднебоковой стенке (средние, верхушечные сегменты). Толерантность к физической нагрузке низкая. Реакция АД на нагрузку адекватная. На максимуме нагрузки больной предъявлял жалобы на боль в межлопаточной области.

Также в стационаре выполнена коронароангиография (КАГ), по ее данным ствол ЛКА имеет неровные контуры, ПНА в проксимальном сегменте окклюзирована, постокклюзионный отдел заполняется по левому МК-шунту, ОА в проксимальном сегменте имеет неровные контуры,

далее окклюзирована; ПКА в проксимальном сегменте окклюзирована, постокклюзионный отдел заполняется по АК-шунту. Результаты шунтографии: левый МК-шунт к ПНА проходим, в проксимальном сегменте имеет конкурентную боковую ветвь, которая, несмотря на установленные ранее спирали, полностью заполняется, место анастомоза с артерией без стенотических изменений (рис. 1). АК-шунт к АТК и ОА проходим, в проксимальном и среднем сегменте имеет неровные контуры, ранее установленные стенты проходимы, без признаков гемодинамически значимых рестенозов, в дистальном сегменте субтотально стенозирован, место анастомоза с артерией без стенотических изменений. АК-шунт к ПКА и ДА окклюзирован.

По результатам проведённых исследований и консультаций ведущих сотрудников принято решение рекомендовать: ТБКА со стентированием АК-шунта к АТК и ОА, а также эмболизацию боковой конкурентной ветви МК-шунта к ПНА.

В феврале 2014 г. выполнена эндоваскулярная операция в отделении эндоваскулярных диагностики и лечения РКНПК. В ходе вмешательства выполнены: эмболизация боковой ветви левой маммарной артерии при помощи спирали для эмболизации (СООК) и ангиопластика со



Рис. 2. Установка спирали для эмболизации.



Рис. 3. Кровоток по боковой ветви левой маммарной артерии отсутствует.

стентированием шунта к артерии тупого края (рис. 2, 3).

После проведённого эндоваскулярного лечения самочувствие пациента улучшилось, ангинозные боли не рецидивировали.

Результаты контрольной нагрузочной пробы (стресс-ЭхоКГ) отрицательные.

Пациенту подобрана оптимальная медикаментозная терапия: двойная антитромбоцитарная, бета-блокатор, блокатор медленных кальциевых каналов II поколения, блокатор рецепторов ангиотензин II, диуретик. Кроме того, рекомендовано обратиться в РКНПК, если эффективной медикаментозной терапии окажется недостаточно.

Даны рекомендации по образу жизни: ограничение физических нагрузок, диета, ограничение потребления суточного количества соли.

Пациент выписан с улучшением, поступает под наблюдение врача-кардиолога по месту жительства.

Техника эмболизации межреберных ветвей внутренней грудной артерии

Методика артериального доступа при эмболизации ветвей ВГА мало отличается от аналогичной при эндоваскулярном лечении других артерий. Возмож-

ны вариации при выборе артериального доступа, однако предпочтение отдаётся радиальному и феморальному доступам.

В нашем случае артериальным доступом была выбрана левая лучевая артерия (диаметр артерии более 2 мм, отсутствуют анатомические особенности и изгибы), в которую был установлен интродьюсер с гидрофильным покрытием диаметром 6 F.

Затем по диагностическому проводнику 0.038-in./150-cm J-wire к устью левой ВГА подведён направляющий катетер JR4 диаметром 6 F. После извлечения диагностического проводника в направляющий катетер заправлен стандартный интракоронарный проводник с J-образным концом, который затем проведён в дистальный отдел боковой ветви ВГА.

По интракоронарному проводнику к месту желаемой эмболизации подведена система доставки эмболизационной спирали (Cook, Inc., Bloomington, IN). Рентгеноконтрастный маркер доставляющей системы находится проксимальнее желаемого места размещения спирали. Затем при помощи толкателя спираль имплантируется в предполагаемом участке боковой ветви ВГА. Далее выполняется контрольное контрастирование ВГА и визуализируется степень кровотока

в участке имплантации эмболизационной спирали. Если кровоток по боковой ветви ВГА сохраняется, то рекомендована установка дополнительных спиралей несколько проксимальнее ранее установленной, по описанной выше методике, до получения необходимого результата – отсутствия кровотока по боковой ветви. Затем выполняется контрольная ангиография ВГА в нескольких проекциях. Интракоронарный проводник извлекается из направляющего катетера, направляющий катетер отводится от устья ВГА и извлекается из интродьюсера. Интродьюсер удаляется из левой лучевой артерии и выполняется гемостаз при помощи асептической давящей повязки.

Обсуждение

Наличие хорошо выраженных межреберных ветвей ВГА может привести в послеоперационном периоде к рецидиву стенокардии вследствие феномена коронарного «обкрадывания» [2, 4, 6, 9, 10].

В начале 1980-х годов прямое хирургическое лигирование с повторной торакотомией были выбраны в качестве единственного успешного и безопасного средства по предотвращению потока через большие боковые ветви ВГА. О транскатетерной эмболизации

этих ветвей с использованием невидимых эмболизирующих сосудистых спиралей впервые сообщалось в 1990 г. С тех пор некоторые исследователи использовали альтернативные методы эмболизации (спирт, силикон, баллонная эмболизация, Gelfoam эмболизация или альтернативные катушки), однако ни один из этих подходов не был гарантированно успешным [11].

Лечение больного с феноменом коронарного «обкрадывания» заключается в ликвидации боковой ветви ВГА хирургическим методом либо с помощью транскатетерной эмболизации. Последний вариант обладает некоторыми преимуществами: сокращение сроков госпитализации, снижение смертности, а также более низкая общая стоимость лечения по сравнению с повторной операцией МКШ-АКШ [9, 10, 12, 14].

В некоторых случаях верхняя межреберная артерия берет свое начало на уровне или выше уровня первого ребра (примерно 12% пациентов), что делает последующее хирургическое лечение весьма затруднительным [11].

Успех процедуры транскатетерной эмболизации зависит от точного размещения необходимого количества спиралей, которые должны быть соответствующего для данной артерии размера. Потеря поддержки и выпадение направляющего катетера во время попытки имплантации потенциально могут привести к разворачиванию спирали в нежелательном месте боковой ветви или смещению спиралей в просвет ВГА. При нежелательном их размещении проксимальнее предполагаемого места имплантации необходимо имплан-

тировать дополнительные спирали дистальнее места ранее установленных. Адекватный подбор направляющего катетера и интраартериального проводника позволит предотвратить смещение спиралей во время их имплантации [6, 8, 9, 13–15].

Таким образом, метод транскатетерной эмболизации ВГА показал определённую эффективность и безопасность в лечении больных с феноменом «обкрадывания» при рецидивах стенокардии после проведённой операции МКШ [15].

Литература/References

1. Gaya J., Del Rio Prego A., Guilleuma J., Vela P., Arribas A., Lopez Parra J.J., Del Bosque V.P. Coronary steal syndrome. *Cardiovasc. Surg.* 1993; 1: 186–9.
2. Tonz M., VonSegesser L., Carrel T., Pasic M., Turina M. Steal syndrome after internal mammary artery bypass grafting: an entity with increasing significance. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1993; 41: 112–7.
3. Horowitz M.D., Oh C.J., Jacobs J.P., Chahine R.A., Livingstone A.S. Coronary-subclavian steal: a cause of recurrent myocardial ischemia. *Ann. Vasc. Surg.* 1993; 7: 452–6.
4. Norsa A., Gamba G., Ivic N., Peranzoni P., Brunelli M., Pasquin I. et al. The coronary subclavian steal syndrome: as uncommon sequel to internal mammary-coronary artery bypass surgery. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1994; 42: 351–4.
5. Tartini R., Steinbrunn W., Kappenberger L., Goebel N., Turina M. Anomalous origin of the left thyrocervical trunk as a cause of residual pain after myocardial revascularization with internal mammary artery. *Ann. Thorac. Surg.* 1985; 40: 302–4.
6. Singh R.N., Sosa J.A. Internal mammary artery-coronary artery anastomosis: influence of the sidebranches

on surgical result. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1981; 82: 909–14.

7. Schmid C., Heublein B., Reichelt S., Borst H.G. Steal phenomenon caused by a parallel branch of the internal mammary artery. *Ann. Thorac. Surg.* 1990; 50: 463–4.
8. Harris W.O., Andrews J.C., Nichols D.A., Holmes D.R. Percutaneous transcatheter embolization of coronary arteriovenous fistulas. *Mayo Clin. Proc.* 1996; 71: 37–42.
9. Singh R.N., Magovern G.J. Internal mammary graft: improved flow resulting from correction of steal phenomenon. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1982; 84: 146–9.
10. Mishkel G.J., Willinsky R. Combined PTCA and microcoil embolization of a left internal mammary artery graft. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1992; 27: 141–6.
11. Habbab M.A., Amro A.A. Nonsurgical (embolization) treatment of the coronary-internal mammary flow diversion phenomenon. *Am. Heart J.* 1993; 126: 456–8.
12. Nakhjavan F.K., Koolpe H.A., Bruss J., Najmi M., Radke T. Transcatheter coil occlusion for treatment of left internal mammary-anterior descending artery steal phenomenon. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1993; 28: 347–50.
13. Ayers R.W., Lu C.T., Benzuly K.H., Hill G.A., Rossen J.D. Transcatheter embolization of an internal mammary artery bypass graft sidebranch causing coronary steal syndrome. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1994; 31: 301–3.
14. Missault L., Taeymans Y., Caes F., VanNooten G., VanBelleghem Y., Clement D. Transcatheter treatment of angina after coronary surgery due to concomitant internal mammary artery steal and right coronary stenosis: a need for staging. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1994; 32: 283–5.
15. Sbarouni E., Corr L., Fenech A. Microcoil embolization of large intercostal branches of internal mammary artery grafts. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1994; 31: 334–6.

Поступила 28.04.2014

Использование системы BI-RADS для интерпретации данных магнитно-резонансной маммографии при раке молочной железы

С.А. Хоружик, к. м. н., доцент, врач-рентгенолог;

С.В. Шиманец, м. н. с. диагностического отдела с группой лучевой диагностики;

А.В. Карман, к. м. н., в. н. с., руководитель группы лучевой диагностики;

Е.В. Шаповал, д. м. н., заведующая отделом онкомамологии с онкогинекологической группой

ГУ «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии
им. Н.Н. Александрова»,

пос. Лесной, 2, Минский р-он, 223040, Беларусь

Use of BI-RADS to interpret magnetic resonance mammography for breast cancer

S.A. Kharuzhyk, MD, PhD, Associate Professor, Radiologist;

S.V. Shymanets, Junior Research Associate of Diagnostic Department
with a Group of Beam Diagnostics;

A.V. Karman, MD, PhD, Leading Research Associate,
Head of Group of Beam Diagnostics;

E.V. Shapoval, MD, PhD, DSc, Head of Department of Mammologic Oncology
with Gynecologic Oncology Group

N.N. Alexandrov Republican Scientific-and-Practical Center
of Oncology and Medical Radiology,
poselok Lesnoy, 2, Minskiy rayon, 223040, Belarus

Система описания и обработки данных лучевых исследований молочной железы (BI-RADS) является практическим инструментом, разработанным Американским колледжем радиологии, который позволяет стандартизировать описание рентгеновской маммографии, ультразвукового исследования и магнитно-резонансной маммографии. BI-RADS включает рекомендации по структуре протокола описания лучевых исследований, терминологию для характеристики трех основных типов поражений (очаг, образование, зона контрастирования), а также категории оценки и соответствующие им рекомендации по дальнейшему ведению пациента. В данной статье представлены основные сведения о системе BI-RADS новой редакции (2013 г.) и проиллюстрировано ее использование для интерпретации данных магнитно-резонансной маммографии при раке молочной железы. Более широкое внедрение системы BI-RADS на всех этапах – от скрининга до верификации диагноза – будет способствовать повышению качества диагностики и улучшению прогноза при опухолевых заболеваниях молочной железы.

Что такое система BI-RADS?

Рак молочной железы (РМЖ) занимает второе место в структуре онкологической заболеваемости и первое – в структуре онкологической смертности женского населения [1]. Диагностика РМЖ традиционно основана на трех

китах – клинический осмотр, маммография (МГ) и ультразвуковое исследование (УЗИ) молочной железы (МЖ). МГ считается основным методом скрининга РМЖ, однако метод менее информативен у женщин молодого возраста ввиду высокой рентгеноплотности желез.

The Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS) is a practical tool developed by the American College of Radiology to standardize the description of mammography, ultrasound study, and magnetic resonance mammography. BI-RADS includes recommendations for the structure of a protocol to describe radiologic studies; terminology to characterize three major types of lesions (focus, mass, contrasting area); as well as assessment categories and their corresponding recommendations for further patient management. The publication gives general information on the new edition of BI-RADS (2013) and illustrates its use to interpret magnetic resonance mammograms in breast cancer. The wider introduction of BI-RADS at all stages from screening to diagnostic verification will improve the quality of diagnosis and prognosis in breast tumor diseases.

Ключевые слова:

BI-RADS, магнитно-резонансная маммография, рак молочной железы, образование, зона контрастирования

Index terms:

BI-RADS, magnetic resonance mammography, breast cancer, mass, contrasting area

Информативность УЗИ, напротив, снижается у пациенток старшего возраста на фоне жировой инволюции МЖ. В последние годы в диагностике опухолевых заболеваний МЖ все большую роль играет магнитно-резонансная томография (МРТ) с внутривенным введением гадолинийсодержащего контрастного вещества (КВ). Чувствительность МРТ при РМЖ в зависимости от используемой методики сканирования и критериев диагностики составляет 83–100%, специфичность – 29–100% [2]. По данным метаанализа чувствительность МР-маммографии с контрастным усилением (КУ) составляет 90%, специфичность – 72% [3]. Диффузионно-взвешенная МРТ обладает несколько большей специфичностью (77%) при той же чувствительности (89%) [4]. При совместном использовании МРТ с КУ и диффузионной МРТ чувствительность и специфичность диагностики возрастают до 92 и 86% соответственно [5]. Основными преимуществами МР-маммографии считают способность визуализировать опухоли при высокой плотности желез, выявлять мультицентрические и мультифокальные поражения, дифференцировать инвазивные и неинвазивные формы рака, а также трехмерную визуализацию.

При интерпретации результатов лучевых исследований МЖ нередки случаи, когда данные разных методов диагностики противоречат друг другу, что обусловлено как объективными ограничениями информативности, так и субъективными факторами, в частности различной трактовкой лучевых симптомов. Для обеспечения стандартизованного подхода к интерпретации лучевых исследований МЖ Американским колледжем радиологии (American College of Radiology, ACR) в сотрудничестве с другими организациями разработана система BI-RADS – Breast Imaging Reporting and Data System (Система описания

и обработки данных лучевых исследований молочной железы). Система BI-RADS служит для: 1) стандартизации описаний МГ, УЗИ и МРТ МЖ; 2) формализации тактики ведения пациента в зависимости от результатов лучевых исследований; 3) контроля качества проведения лучевых обследований МЖ. BI-RADS издана в виде многостраничного иллюстрированного атласа с подробным описанием лучевых симптомов. Первая редакция BI-RADS появилась в 1992 г. и была посвящена только маммографии. В 2003 г. вышла 4-я редакция BI-RADS-МГ, 1-я редакция BI-RADS-УЗИ и 1-я редакция BI-RADS-МРТ [6], официальный русский перевод которой издан в 2010 г. [7]. В конце 2013 г. вышла 5-я объединенная редакция BI-RADS для трех лучевых методов [8].

Использование BI-RADS является общепринятым в Европе, США и других странах мира при двух основных клинических сценариях: 1) скрининг РМЖ у женщин без соответствующих симптомов [9–11]; 2) обследование МЖ при наличии симптомов, которые могут указывать на РМЖ [12, 13]. Во Франции использование системы BI-RADS при интерпретации МГ, УЗИ и МРТ МЖ является обязательным с 2004 г. [12]. Использование BI-RADS интегрировано в рекомендации NCCN (National Comprehensive Cancer Network, США) по скринингу и диагностике РМЖ [11]. Согласно руководству по МР-маммографии Европейского общества лучевой визуализации молочной железы, лучевой диагност «должен знать, как оценивать МРТ МЖ с использованием терминологии BI-RADS» [13].

В данной публикации мы проиллюстрируем использование стандартизованной терминологии BI-RADS-МРТ при РМЖ на основе собственного опыта интерпретации МРТ МЖ у 90 пациенток. При этом будем максимально придерживаться термино-

логии русской редакции BI-RADS [7] с учетом изменений в новой, 5-й, редакции [8].

Методика сканирования и анализа МР-маммограмм

Показания к проведению МР-маммографии перечислены в руководстве Европейского общества лучевой визуализации молочной железы [13], на основе которого нами разработана форма направления на исследование [14, 15]. Сканирование проводили на томографе Optima 450w (GE, США) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл с использованием 8-канальной катушки для МЖ. Положение женщины во время сканирования – на животе с вытянутыми вперед руками. До начала сканирования в локтевую вену устанавливали катетер и подключали автоматический инжектор. Сканирование осуществляли в аксиальной плоскости с использованием следующих импульсных последовательностей: T2-взвешенные изображения (ВИ), T1-ВИ, T2-ВИ с подавлением сигнала от жира, диффузионно-взвешенное исследование (ДВИ, фактор диффузии $b=0$ и 750 с/мм²), T1-ВИ с подавлением сигнала от жира по динамической программе – 1 сканирование до и 6 после внутривенного введения КВ с временным разрешением 74 с. Количество КВ составляло 0,2 мл на килограмм веса, скорость введения – 2 мл/с. Сразу после КВ вводили 20 мл физиологического раствора с той же скоростью. Две первые серии изображений (T2-ВИ и T1-ВИ) характеризуются высоким пространственным разрешением (толщина срезов 2 мм) и зоной сканирования (92 среза), достаточной для захвата подмышечных областей для оценки регионарных лимфоузлов. Следующие за этим серии сканирования содержат меньшее количество срезов и включают в зону сканирования только МЖ. Толщина срезов динамических серий T1-ВИ составляет 2 мм, то есть они являются трехмерными.

Категории оценки BI-RADS-MPT и соответствующие им рекомендации

Категория BI-RADS	Рекомендация	Вероятность рака
0 – требуется дополнительная визуализация	Лучевое дообследование: МГ, прицельное УЗИ	Не применяется
1 – нет изменений	Обычное наблюдение	0%
2 – доброкачественные изменения	Обычное наблюдение	0%
3 – вероятно, доброкачественные изменения	Повторное обследование через короткий интервал времени (6 мес)	> 0 и ≤ 2%
4 – подозрение на рак	Биопсия	> 2% и <95%
5 – характерно для рака	Биопсия	≥ 95%
6 – подтвержденный биопсией рак	Хирургическое лечение, если показано	Не применяется

Субтракционные серии изображений – вычитание из каждой постконтрастной серии доконтрастной, всего 6 серий – строятся сканером автоматически. Общее время сканирования составляет 25 мин.

Интерпретация МР-маммограмм включает следующие последовательные этапы [14]:

- просмотр доконтрастных «анатомических» изображений с определением количества железисто-фиброзной ткани и состояния подмышечных лимфоузлов;

- просмотр до- и постконтрастных динамических T1-ВИ, субтракционных серий (в том числе в режиме проекции максимальной интенсивности) с целью поиска участков повышенного накопления КВ;

- построение кинетических кривых накопления КВ (кривые интенсивность сигнала/время) и цветных параметрических карт контрастирования;

- просмотр ДВИ, определение измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) в найденных поражениях;

- описание выявленных изменений с использованием терминологии BI-RADS, формулировка заключения с указанием категории BI-RADS.

Структура протокола описания и категории BI-RADS

Система BI-RADS предусматривает систематический подход при описании лучевых исследо-

ваний МЖ. Предложены следующие основные разделы, которые должны присутствовать в протоколе описания МРТ МЖ:

- 1) показание к исследованию;
- 2) методика МРТ-сканирования;

- 3) состав МЖ: количество железисто-фиброзной ткани, фоновое КУ паренхимы, импланты;

- 4) характеристика важных находок с использованием терминологии BI-RADS;

- 5) сравнение с предыдущими исследованиями (МРТ, МГ, УЗИ) с указанием даты их проведения;

- 6) заключение с указанием категории оценки;

- 7) рекомендации: клинический осмотр, диагностическая МГ, прицельное диагностическое УЗИ, биопсия и др.

Лучевой диагност оценивает лучевые симптомы и описывает их с использованием стандартизованной терминологии (BI-RADS-лексикона), после чего определяет и указывает в заключении категорию оценки. Категории оценки разделены на две группы: 1) окончательное заключение невозможно – категория 0; 2) окончательное заключение возможно – окончательные категории 1–6 (табл. 1). При наличии нескольких поражений с отличающимися категориями в заключение выносится наибольшая категория. Возможно выставление отдельной категории для каждой железы.

Категорию BI-RADS 0 выставляют при необходимости лу-

чевого дообследования, например, если МРТ проведена с техническими сложностями, может возникнуть необходимость ее повторить, или если требуется получить дополнительную информацию с помощью МГ или прицельного УЗИ. Категория 0 при МРТ должна использоваться в редких случаях, так как метод обычно достаточно информативен для установления окончательной категории.

Категорию BI-RADS 1 устанавливают в случае отсутствия каких-либо данных, отличных от анатомической нормы (не выявлено патологического КУ либо нарушения архитектоники).

Категория BI-RADS 2 подразумевает наличие доброкачественных изменений с типичными признаками, не требующих специального контроля в динамике, таких как воспалительный лимфоузел, кисты, расширение протоков, постоперационные скопления жидкости, жировой некроз, рубец и образования, такие как фиброаденома, с морфологическими и кинетическими МР-признаками доброкачественности.

Категория BI-RADS 3 означает высокую уверенность лучевого диагноста в доброкачественном характере выявленных изменений, которые, как ожидается, не будут увеличиваться в размерах при динамическом наблюдении. Вместе с тем необходим контроль через короткий интервал времени, чтобы убедиться

в отсутствии роста, – обычно через 6 мес, при отсутствии роста – еще через 6 мес, при отсутствии роста – через 1 год и, при необходимости, еще через 1 год. При отсутствии роста на протяжении 2–3 лет случаи переводят в категорию BI-RADS 2, при увеличении – в категорию BI-RADS 4. Если есть подозрение, что КУ обусловлено гормональным статусом пациентки, повторная МРТ может быть проведена на 2-й неделе цикла (с 7 по 14 дни) у менструирующих женщин или через несколько недель после прекращения гормонзаместительной терапии у женщин в постменопаузе. В некоторых случаях (желание пациента, клиническое подозрение) может быть выполнена биопсия. По мере накопления опыта специалистом категории 3 должна использоваться реже, желательнее менее чем в 10% случаев. Не рекомендуется использовать категорию 3 в отношении зон контрастирования.

Категория BI-RADS 4 включает широкий ряд патологических состояний, которые хоть и не имеют типичных лучевых признаков РМЖ, но не позволяют

исключить его, в связи с чем обычно требуется биопсия. Отдается предпочтение биопсии под контролем УЗИ, так как она быстрее, удобнее для пациента и дешевле, чем биопсия под контролем МРТ. К категории BI-RADS 4 также относят случаи одностороннего увеличения подмышечных лимфоузлов при отсутствии данных за инфекционно-воспалительный процесс. Категория 4 подразумевает необходимость получения верификации посредством биопсии.

При категории BI-RADS 5 имеются лучевые симптомы, характерные для РМЖ, что обуславливает соответствующую тактику (чрескожная или интраоперационная биопсия).

Категория BI-RADS 6 охватывает случаи РМЖ, морфологически верифицированные еще до МРТ. Эта категория может быть, например, использована при предоперационном стадировании. В случае выявления в МЖ дополнительных находок, требующих биопсии, должна выставляться категория 4 или 5.

МРТ-исследованиям, выполняемым для оценки состояния

имплантов, категория BI-RADS не присваивается.

В системе BI-RADS основной упор сделан не на точном и однозначном установлении конкретного вида патологического процесса в МЖ (из-за большого количества патологических процессов и схожести симптомов это часто невозможно), а на тщательном анализе лучевых симптомов и определении на этой основе степени риска РМЖ, что отражается в формулируемой категории. Так, заключение «BI-RADS 3» означает высокую уверенность лучевого диагноста в доброкачественном характере изменений, что позволяет рекомендовать контрольное исследование через 6 мес. При этом пациент не уходит из-под обязательного контроля, как в случае выставления категории BI-RADS 2.

Терминология BI-RADS-MPT

В протоколе описания МР-маммографии необходимо придерживаться специально разработанной терминологии BI-RADS (табл. 2).

Таблица 2

Терминология BI-RADS-MPT

Характеристика	Классификация и значение
Количество железисто-фиброзной ткани	Железы практически полностью состоят из жировой ткани; отдельные участки железисто-фиброзной ткани; гетерогенно плотные железы; чрезвычайно плотные железы
Фоновое контрастное усиление паренхимы	Степень: минимальное, слабое, умеренное, выраженное
	Симметричное или асимметричное
Очаг (англ. focus)	Точечное усиление, которое можно характеризовать
Образование (англ. mass)	Форма: овальная (включая дольчатую), круглая, неправильная
	Контур: четкий, нечеткий (неровный, лучистый)
	Тип КУ: гомогенный, гетерогенный, в виде ободка, неконтрастируемые внутренние перегородки
Зона контрастирования (англ. non-mass enhancement)	Распределение: очаговое, линейное, сегментарное, регионарное, мультирегионарное, диффузное
	Тип КУ: гомогенный, гетерогенный, сливной, сгруппированные кольца
Интрамаммарный лимфоузел	Четко отграниченное, равномерно усиливающееся образование с жировыми воротами (обычно ≤ 1 см)

Терминология BI-RADS-MPT

Характеристика	Классификация и значение
Кожные образования	Доброкачественные усиливающиеся структуры на коже
Неусиливающиеся структуры	Высокая интенсивность сигнала от протоков на доконтрастных T1-ВИ; киста; постоперационные скопления (гематома/серома); посттерапевтическое утолщение кожи и трабекулярные утолщения; неусиливающееся образование; нарушение архитектоники; выпадение сигнала от инородных тел, клипс и т. п.
Дополнительные признаки	Втяжение соска, инвазия соска, втяжение кожи, утолщение кожи, инвазия кожи (прямая инвазия, воспалительный рак), подмышечная лимфаденопатия, инвазия грудных мышц, инвазия грудной стенки, нарушение архитектоники
Жиродержащие структуры	Лимфоузел (нормальный, патологический), жировой некроз, гамартома, постоперационная серома/гематома с жиром
Расположение поражения	Расположение, глубина
Описание кинетической кривой	Начальная фаза: медленное накопление КВ, умеренное, быстрое
	Отсроченная фаза: нарастающая кривая, плато, вымывание КВ

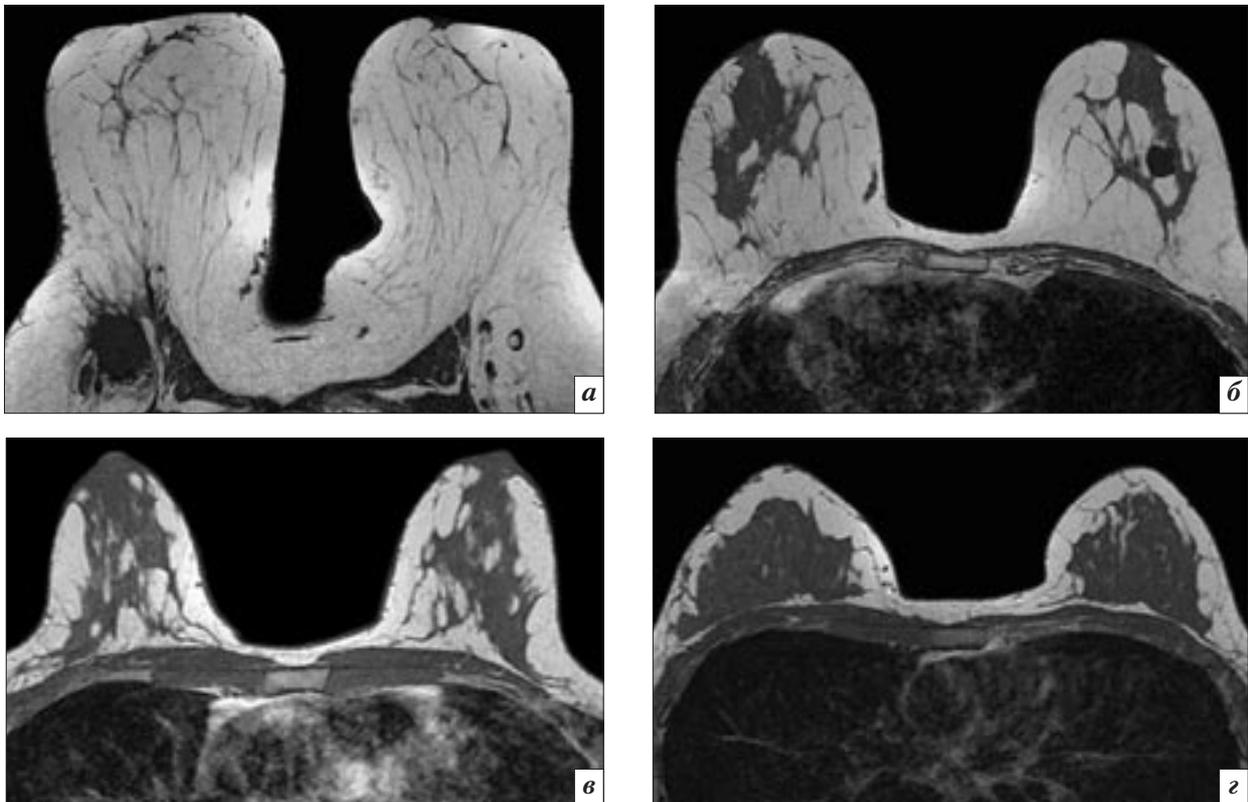


Рис. 1. Оценка количества железисто-фиброзной ткани на T1-ВИ: *а* – железы практически полностью состоят из жировой ткани; в правой подмышечной области метастатический лимфоузел, в левой – лимфоузлы нормального строения с зоной жировых ворот; *б* – отдельные участки железисто-фиброзной ткани, в левой железе – киста; *в* – гетерогенно плотные железы; *г* – чрезвычайно плотные железы, на фоне чего рак в правой МЖ не визуализируется (продолжение на рис. 9).

Объективная оценка количества железисто-фиброзной ткани важна, поскольку при большей плотности желез визуализация опухолей на доконтрастных МР-изображениях затруднена,

нередко присутствуют очаги КУ неспецифического характера (гормонально обусловленные), что также может затруднить интерпретацию. Кроме того, повышенная плотность МЖ связана

с более высоким риском развития РМЖ. Количество железисто-фиброзной ткани оценивают на T1-ВИ (рис. 1).

Наблюдающееся при МР-маммографии патологическое

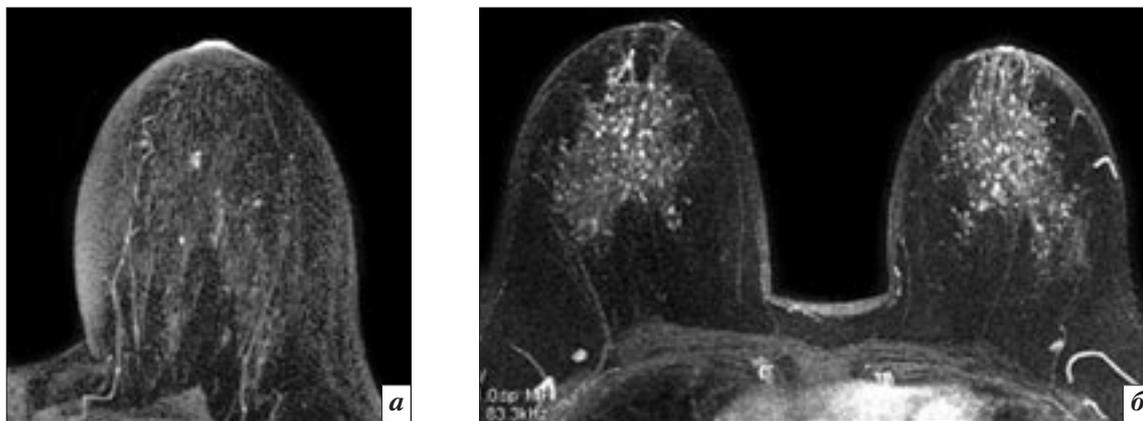


Рис. 2. Фоновое КУ на субтракционных Т1-ВИ, проекциях максимальной интенсивности: *а* – минимальное КУ; *б* – умеренное КУ.

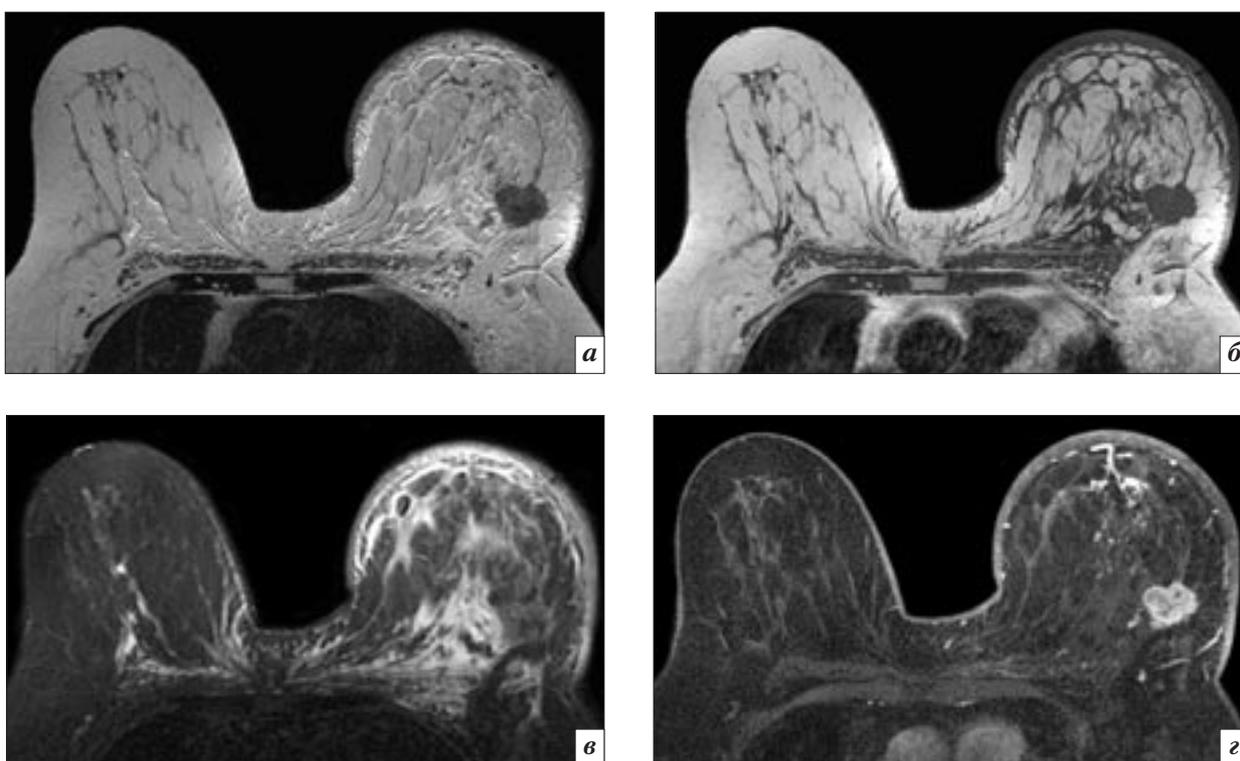


Рис. 3. МР-маммограммы больной 48 лет с раком левой МЖ: *а* – на Т2-ВИ определяется образование с лучистым контуром; на Т1-ВИ (*б*) и Т2-ВИ с подавлением сигнала от жира (*в*) видно утолщение кожи и отек тканей железы; *г* – на постконтрастном Т1-ВИ КУ в опухоли гетерогенное.

контрастирование разделяют на очаги, образования и зоны контрастирования.

Очаг – это маленький участок КУ (обычно менее 5 мм), который ввиду небольшого размера сложно характеризовать и который не выявляется на доконтрастных изображениях. Множественные двухсторонние очаги, разделенные нормальными тканями, могут быть проявлением фонового КУ (рис. 2). Иногда

имеет смысл повторить МР-маммографию на второй неделе менструального цикла. Также необходимо учитывать получение женщиной гормональной терапии, тамоксифена и других препаратов, которые могут влиять на МЖ. На доброкачественность очага может указывать высокий сигнал на Т2-ВИ (чаще всего это лимфатический узел или миксоматозная фибroadенома). Если очаг не имеет высокого сигнала

на Т2-ВИ, то он может быть как доброкачественным, так и злокачественным. Такие очаги должны контролироваться в динамике или подвергаться биопсии.

Образование – это объемное поражение с выбухающим контуром, обычно овальной, круглой или неправильной формы. Для РМЖ характерны образования неправильной (рис. 3) или круглой (рис. 4) формы, с лучистым (см. рис. 3) или неровным (рис. 4, 5)

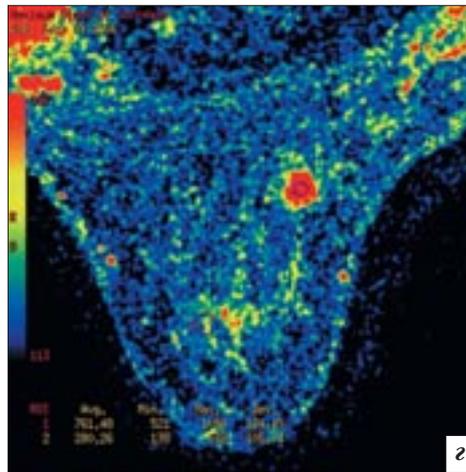
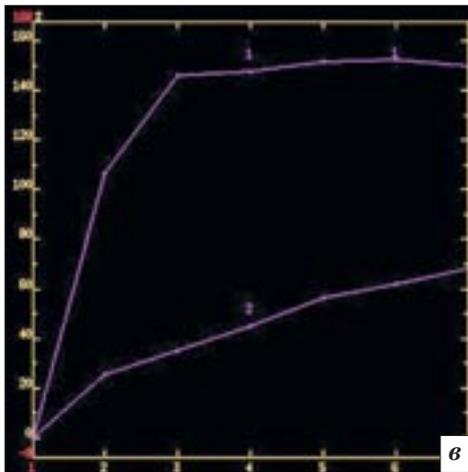
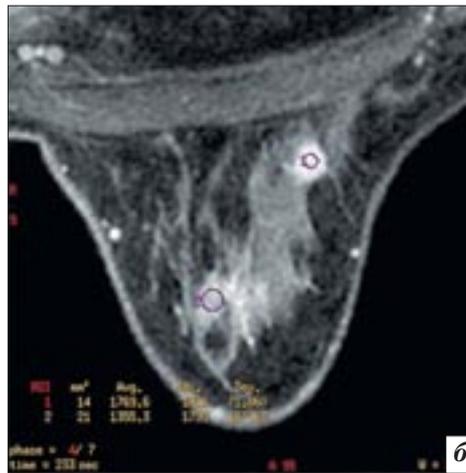
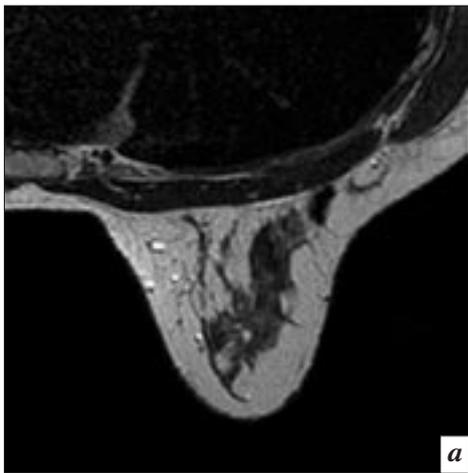


Рис. 4. МР-маммограммы больной 47 лет с инвазивным протоковым раком: *а* – на T2-ВИ на фоне гетерогенно плотной железисто-фиброзной ткани опухоль не визуализируется; *б* – на постконтрастном T1-ВИ определяется образование круглой формы, с неровным контуром; *в* – кинетические кривые в опухоли (кривая 1) и нормальных тканях железы (кривая 2): в опухоли происходит быстрое накопление КВ (103% в 1-й постконтрастной фазе) и формирование плато – кривая второго типа, в нормальных тканях наблюдается медленное нарастание КВ (23% в 1-й фазе, 64% в 6-й фазе) – кривая первого типа; *г* – на параметрической карте Maximum Slope of Increase опухоль имеет красный цвет, что говорит о быстром нарастании КВ.

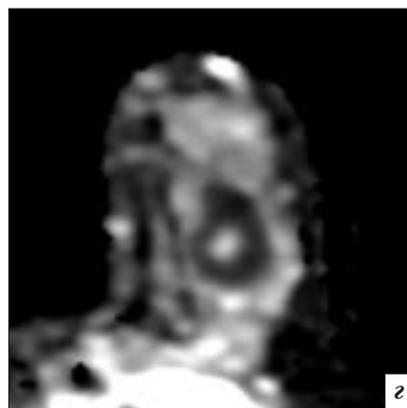
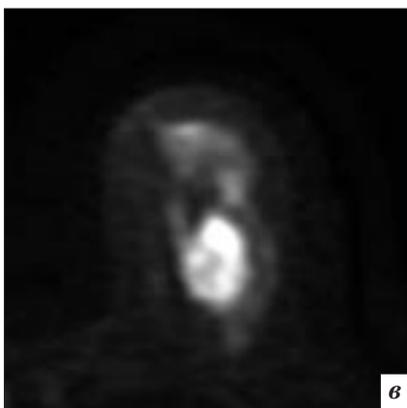
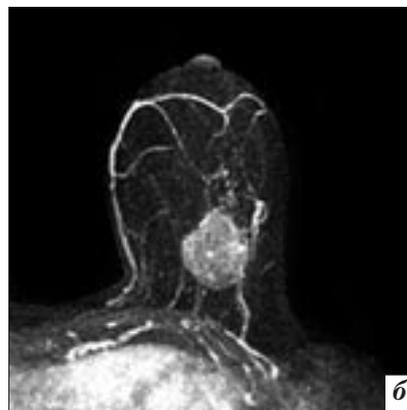
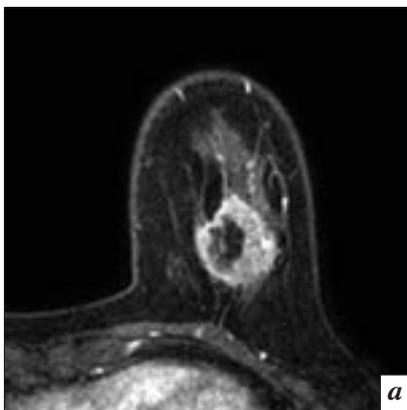


Рис. 5. МР-маммограммы больной 33 лет с инвазивным протоковым раком: *а* – на постконтрастном T1-ВИ определяется образование с неровным контуром, усилением по периферии и некрозом в центре; *б* – на субтракционном T1-ВИ в режиме проекции максимальной интенсивности видна опухоль и патологическая сеть сосудов; *в* – на ДВИ с фактором диффузии b 750 с/мм^2 опухоль имеет повышенный сигнал, некроз в центре – сниженный; *г* – на карте ИКД периферические отделы опухоли имеют сниженный сигнал (ИКД= $0,79 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$), некроз – повышенный.

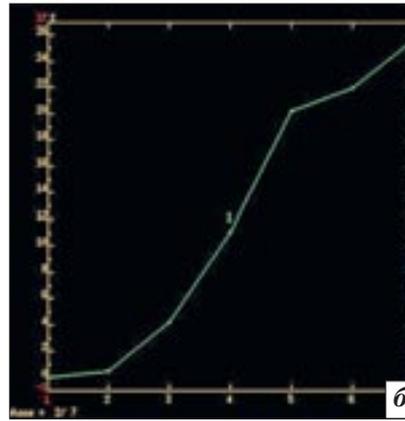
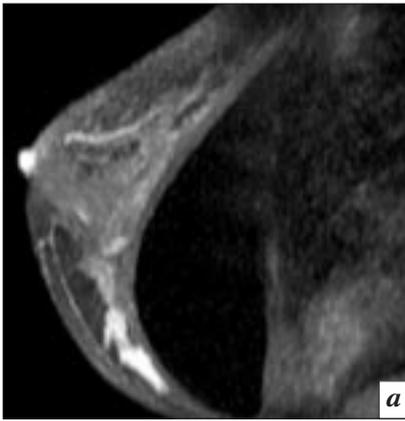


Рис. 6. Результаты исследования больной 43 лет с протоковым раком *in situ*: *a* – на постконтрастном Т1-ВИ по передненижнему контуру импланта определяется гомогенная линейная зона контрастирования; *б* – кинетическая кривая: в опухоли имеет место медленный первоначальный подъем контрастирования и его дальнейшее нарастание (кривая первого типа).

контуром, гетерогенным КУ (см. рис. 3), при некрозе в опухоли – усиление в виде ободка (см. рис. 5) [5, 16, 17]. Усиление в виде ободка также встречается при воспалительных кистах и жировом некрозе. Для фиброаденом характерны овальная или дольчатая форма, четкий контур, неконтрастируемые (темные) внутренние перегородки.

Зона контрастирования – контрастирование участка ткани, который не является образованием или очагом. Она может быть небольшого размера или занимать значительные области железы. За исключением случаев гомогенного КУ, внутри зоны контрастирования находятся участки нормальной железистой ткани или жира, что отличает ее от образования. Зоны контрастирования встречаются как при доброкачественных процессах (фиброзно-кистозной мастопатии), так и при раке (протоковый рак *in situ*, инвазивные формы рака) [17, 18]. РМЖ в виде зоны контрастирования часто является непальпируемым и представляет наибольшие трудности как для клинической, так и для лучевой диагностики. Нами не найдено ни одной публикации на русском языке, посвященной лучевой семиотике зоны контрастирования, ввиду чего ознакомление читателей с таким вариантом РМЖ представляется наиболее актуальным. При протоковом раке *in situ* зона контрастирования является самым частым типом поражения (59%), в то время как

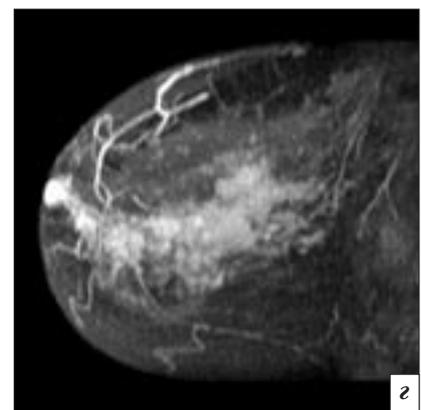
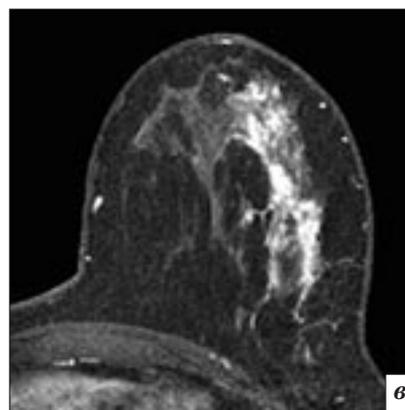
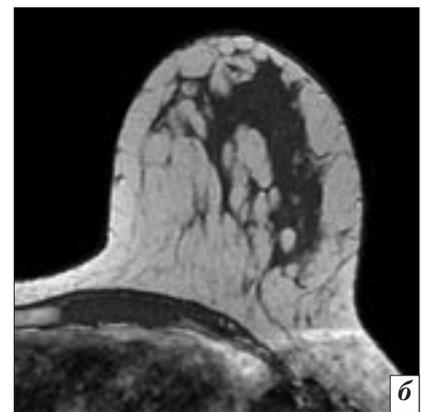
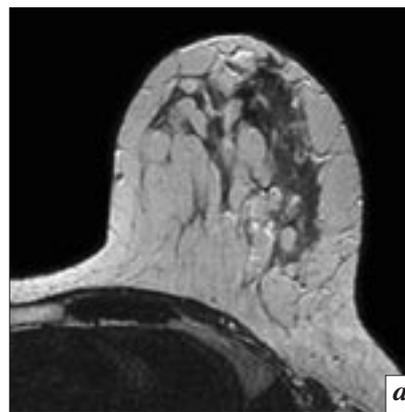


Рис. 7. МР-маммограммы больной 51 года с раком Педжета в сочетании с инвазивным протоковым раком. На Т2-ВИ (*a*) и доконтрастном Т1-ВИ (*б*) опухоль не визуализируется. На постконтрастных Т1-ВИ (*в*) и проекции максимальной интенсивности (*г*) определяется опухоль в виде сегментарной зоны гетерогенного контрастирования, распространяющаяся на сосок.

образование и очаг имеют место лишь в 14 и 13% случаев соответственно, еще у 14% пациентов опухоль при МРТ не визуализировалась. В то же время инвазивный рак чаще определяется как образование (76%), реже в виде зоны контрастирования (20%), очага (2%) или не визуализируется (2%) [19]. Распределение зоны контрастирования может

быть очаговое, линейное (рис. 6), сегментарное (рис. 7, 8), регионарное (рис. 9), мультирегионарное или диффузное. Тип контрастирования может быть гомогенным (см. рис. 6), гетерогенным (см. рис. 7), сливным (см. рис. 8, 9) или в виде сгруппированных колец. Объяснение перечисленных терминов представлено в таблице 3. При протоковом раке

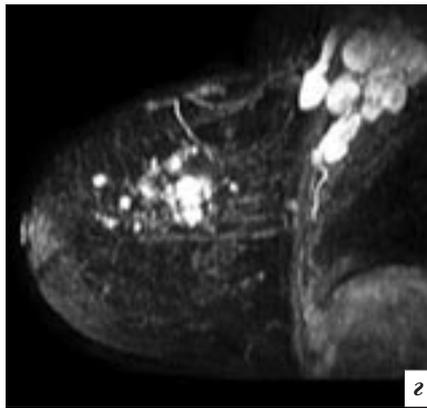
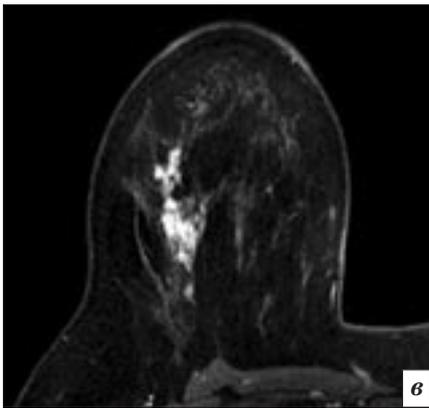
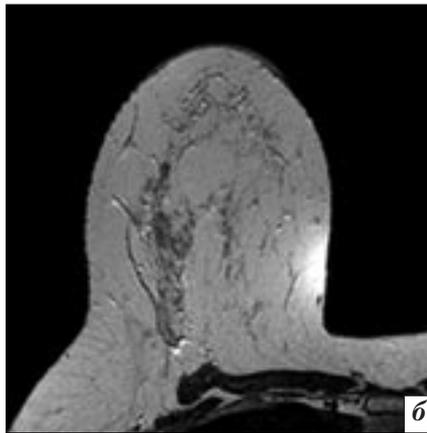
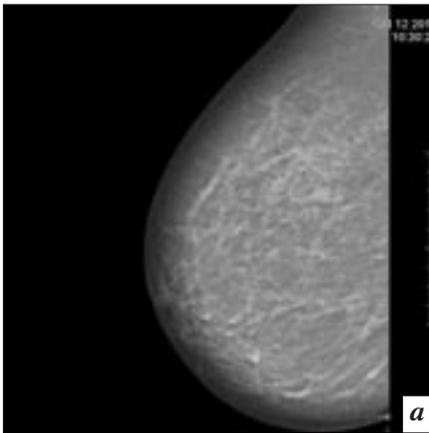


Рис. 8. МР-маммограммы больной 49 лет, обследуемой по поводу метастазов в подмышечных лимфоузлах справа: *а* – на маммограмме правой МЖ выявлен участок нарушения архитектоники, расцененный как фиброз; *б* – на T2-ВИ в этом месте определяется участок уплотнения тканей; *в* – на постконтрастном T1-ВИ выявлена зона патологического контрастирования; *г* – постконтрастное субтракционное T1-ВИ, проекция максимальной интенсивности. Сегментарная зона контрастирования сливного типа и метастазы в подмышечных лимфоузлах. Верифицирован инвазивный рак МЖ.

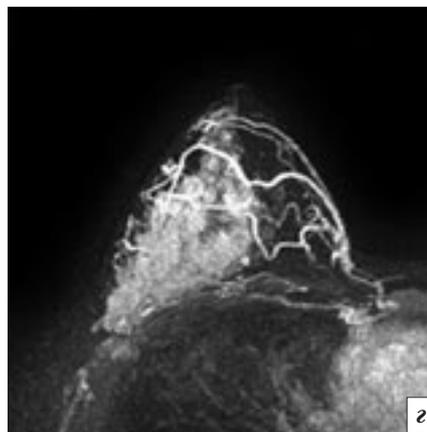
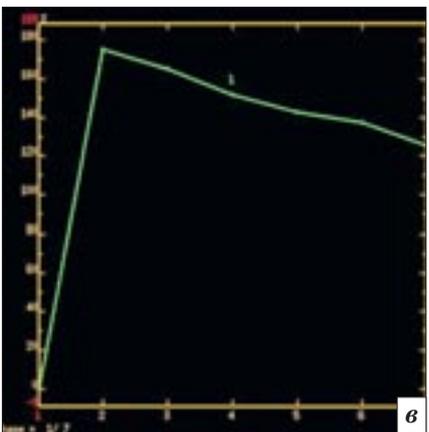
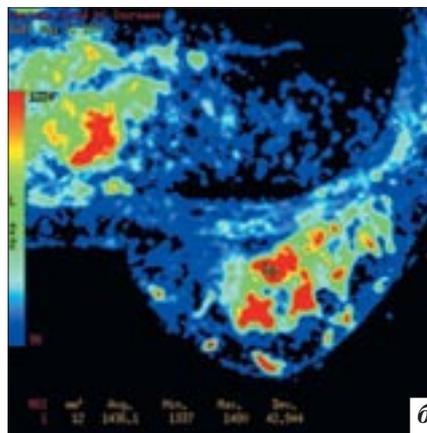
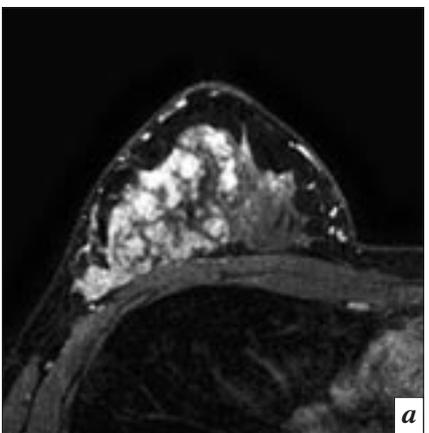


Рис. 9. Результаты исследования больной 42 лет с инвазивным дольково-протоковым раком правой МЖ (T2-ВИ представлено на рис. 1, *г*): *а* – на постконтрастном T1-ВИ определяется регионарная зона контрастирования сливного типа; *б* – на параметрической карте ROI размещена на участке быстрого КУ (красный цвет); *в* – кинетическая кривая третьего типа – быстрое первоначальное усиление (178% в 1-й фазе) с последующим вымыванием КВ (125% в последней фазе); *г* – постконтрастное субтракционное T1-ВИ, проекция максимальной интенсивности, определяется опухоль и патологическая сеть сосудов.

Терминология BI-RADS-MPT при характеристике зоны контрастирования

Характеристика	Классификация и значение
Распределение контрастирования	Очаговое (англ. focal) – контрастирование на ограниченном участке (менее квадранта), внутри которого присутствует железистая или жировая ткань (кроме гомогенного типа контрастирования)
	Линейное – контрастирование в виде линии (необязательно прямой) или разветвляющейся линии; такое распределение подозрительно в отношении рака, так как свидетельствует об усилении внутри или вокруг протока
	Сегментарное – контрастирование в виде треугольника или конуса, вершина которого направлена к соску; соответствует области ветвления протока или протоков; подозрительно в отношении распространенного или мультифокального рака
	Регионарное – контрастирование в большом объеме тканей – более системы одного протока, не менее одного квадранта
	Мультирегионарное – контрастирование по крайней мере двух больших объемов тканей, разделенных нормальными тканями, не соответствующее ходу протоков; «географическое», пятнистое усиление
	Диффузное – равномерное распределение контрастирования в тканях желез
Тип контрастирования	Гомогенный – сливное, однородное усиление
	Гетерогенный – неоднородное усиление, участки патологического КУ чередуются с нормальной железистой или жировой тканью
	Сливной (англ. clumped) – усиление в виде «бульжной мостовой», со слиянием отдельных элементов; может выглядеть как гроздь винограда при очаговой зоне контрастирования или как бусы – при линейной; подозрительно в отношении рака
	Сгруппированные кольца (англ. clustered ring) – тонкие кольца усиления, сгруппированные вокруг протоков; подозрительно в отношении рака

in situ чаще всего встречаются сегментарные (42%) или очаговые (33%) зоны контрастирования [19]. Диффузное усиление обычно соответствует доброкачественным процессам или нормальной железисто-фиброзной ткани. Линейное (ранее использовался термин «протоковое») контрастирование может иметь место при протоковом раке *in situ*, фиброзно-кистозной мастопатии, реже атипической протоковой гиперплазии и инвазивном раке [20].

Важное значение для дифференциальной диагностики поражений МЖ имеет оценка кинетики КУ – кривых интенсивности сигнала/время. Для построения кривых необходимо разместить зону интереса (англ. region of interest, ROI) в наиболее интенсивно накапливающей или быстро выводящей КВ части образования, по-

скольку именно такие участки опухоли являются, как правило, наиболее злокачественными. Размер ROI должен быть не менее 3 пикселей. Необходимо визуально проконтролировать, чтобы во всех фазах усиления ROI не выходила за пределы образования, что возможно при движении желез во время сканирования. Двигательные артефакты могут привести к неправильной оценке кинетики КУ. Оценивают *начальную фазу* контрастирования (первые 2 мин после введения КВ или до момента, когда кривая начинает меняться) и *отсроченную фазу* (после 2 мин или с момента, когда кривая начинает меняться). В начальной фазе накопление КВ может быть медленным (<50%), умеренным (50–100%) или быстрым (>100%), в отсроченной фазе – нарастающим, стабильным (плато) или падающим

(вымывание) (рис. 10). Кривая нарастающего типа подразумевает нарастание контрастирования в отсроченной фазе более чем на 10% (кривая первого типа). При кривой типа «плато» сигнал после первоначального подъема не меняется (второй тип кривой). Вымывание подразумевает снижение интенсивности сигнала после достижения точки наибольшего контрастирования более чем на 10% (третий тип кривой) [8, 21, 22].

Для РМЖ наиболее характерен быстрый первоначальный подъем КУ с формированием плато (см. рисунок 4) или вымыванием (см. рисунок 9) [5, 16, 17]. Вероятность рака при нарастающем контрастировании составляет 6% (см. рисунок 6), при плато – 64%, вымывании – 87% [2]. Однако быстрый подъем контрастирования с последующим вы-

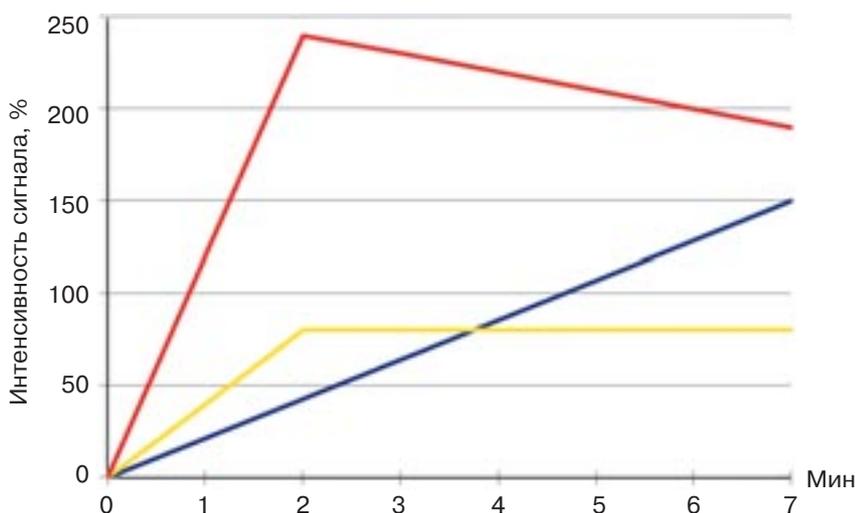


Рис. 10. Схематическое изображение кинетических кривых: синяя – медленно нарастающая, желтая – умеренное нарастание с формированием плато, красная – быстрое нарастание с последующим вымыванием.

вымыванием также характерен для интрамаммарного лимфоузла. Поэтому кинетические параметры должны интерпретироваться в сочетании с другими МР-симптомами. Так, интрамаммарный лимфоузел обычно расположен в верхненаружном квадранте, имеет повышенный сигнал на T2-ВИ, овоидную форму, четкий контур, зону жировых ворот (см. рис. 1).

К *дополнительным признакам РМЖ*, которые должны быть отражены в протоколе МР-маммографии, относятся: втяжение соска, инвазия соска (см. рис. 7), втяжение кожи, утолщение кожи (см. рис. 3), инвазия кожи, подмышечная лимфаденопатия (см. рис. 1, 8), инвазия грудных мышц, инвазия грудной стенки. Об инвазии грудных мышц говорят в случае распространения патологического КУ на грудные

мышцы, об инвазии грудной стенки – при распространении КУ на ребра и межреберные промежутки.

Расположение поражений описывают по квадрантам и циферблату часов, как если бы женщина стояла к нам лицом. Например, 4 часам соответствует нижненаружный квадрант в левой железе и нижневнутренний – в правой. Для описания глубины расположения образования железу условно делят на переднюю, среднюю и заднюю треть. Непосредственно за соском находится субареолярная зона. Также указывают расстояние до соска, кожи или грудной стенки в сантиметрах.

Шкала Фишера

Каждая из представленных в таблице 2 характеристик проиллюстрирована в маммологиче-

ском атласе BI-RADS, что очень полезно при изучении МРТ-сепиотики [6, 7]. Новая версия BI-RADS-MPT содержит ограниченную информацию о том, какие из характеристик чаще встречаются при раке или других заболеваниях МЖ. При определении категории BI-RADS врач исходит из собственных знаний и опыта. В этом отношении интерес представляет предложенная U. Fischer et al. шкала количественной оценки МРТ-симптомов [23]. В зависимости от характерности для РМЖ каждому симптому присваивается балл от 0 до 2 (табл. 4).

По сумме баллов поражения относят к одной из пяти групп, соответствующих категориям BI-RADS: группа 1 (отрицательная) – 0 баллов, группа 2 (доброкачественные изменения) – 1–2 балла, группа 3 (вероятно, доброкачественные изменения) – 3 балла, группа 4 (подозрение на рак) – 4–5 баллов, группа 5 (характерно для рака) – 6–8 баллов. При использовании данной классификационной схемы у 238 женщин с 265 накапливающими КВ поражениями чувствительность и специфичность выявления РМЖ составили 92%. Шкала Фишера, во-первых, сужает перечень характеристик BI-RADS до ряда наиболее типичных для РМЖ, что упрощает интерпретацию МР-маммограмм, во-вторых, позволяет оценить вклад каждой характеристики количественно, что делает использование шкалы достаточно практичным. Вместе с тем шкала показала недостаточную эффективность

Таблица 4

Количественная оценка МРТ-симптомов в зависимости от характерности для РМЖ [23]

Характеристика	Баллы		
	0	1	2
Форма	Круглая, овальная	Неправильная	–
Контур	Четкий	Нечеткий	–
Тип контрастирования	Гомогенный	Гетерогенный	В виде ободка
Начальная фаза контрастирования (первые 3 мин)	< 50%	50–100%	>100%
Отсроченная фаза контрастирования (после 3 мин)	Нарастание	Плато	Вымывание

при протоковом раке *in situ* – 5 из 8 случаев не были диагностированы [22].

Параметрические карты контрастирования и ДВИ

Параметрические карты контрастирования строятся на основе попиксельного анализа динамики накопления и выведения КВ. Для этого обычно используется информация о нескольких фазах КУ, чаще всего доконтрастной, фазе максимального усиления и последней постконтрастной. Набор параметрических карт может отличаться в зависимости от программного обеспечения. Используемое нами программное обеспечение Functool 9.4 (GE, США) позволяет строить следующие карты:

1) Maximum Slope of Increase (максимальный наклон увеличения) – характеризует скорость нарастания контрастирования, которая, как отмечалось ранее, выше в злокачественных опухолях; участки наиболее быстрого КУ отмечены красным или желтым цветом, наиболее медленно – синим или зеленым;

2) Signal Enhancement Ratio (коэффициент усиления сигнала) – рассчитывается как отношение разницы пикового и доконтрастного значений КУ к разнице КУ в последней постконтрастной и доконтрастной фазах; характеризует контрастирование в отсроченной фазе, при этом участки выведения КВ (потенциально наиболее злокачественные) отмечаются красным цветом, плато – зеленым, нарастания контрастирования – синим.

Параметрические карты контрастирования могут быть использованы как для выбора наиболее подозрительных участков для размещения ROI с целью построения кинетических кривых (см. рисунки 4, 9), так и для визуальной оценки гетерогенности кинетики КУ опухоли [25].

Одним из новшеств 5-й редакции BI-RADS является отдельный раздел, посвященный

диффузионной МРТ и МР-спектроскопии. При ДВИ используется специальная импульсная последовательность, которая позволяет обнаружить и количественно оценить диффузию, то есть физиологический процесс естественной термодинамической подвижности молекул воды в тканях. Количественно диффузию оценивают с помощью ИКД. Внутри клеток диффузия ограничена архитектурой клеточных структур и клеточными мембранами. В межклеточном пространстве диффузия более свободна. В злокачественных солидных опухолях увеличена плотность расположения клеток, ввиду чего диффузия снижена. Участки сниженной диффузии имеют высокий сигнал на темном фоне окружающих нормальных тканей на изображениях с высоким значением фактора диффузии b . На картах ИКД они, напротив, имеют низкий сигнал (см. рисунок 5). При эффективной химиотерапии или лучевой терапии плотность расположения клеток в опухоли снижается, что приводит к увеличению ИКД. При МРТ МЖ диффузионная МРТ улучшает визуализацию опухолей по сравнению с доконтрастными T1-ВИ и T2-ВИ (выявлено 86, 62 и 75% опухолей соответственно) [26], дифференцирует доброкачественные опухоли от злокачественных, рецидив рака от постоперационных изменений, повышая специфичность диагностики [4, 5], прогнозирует эффективность химиотерапии. Дополнительную информацию о роли ДВИ при РМЖ можно получить в недавнем обзоре литературы I. Thomassin-Naggaraa et al. [27].

В заключение приводим пример протокола описания МРТ-исследования МЖ, представленного на рисунке 4.

Методика. T2-ВИ, T1-ВИ, диффузионная МРТ (b 0 и 750 с/мм²), T1-ВИ в трансверсальной плоскости по динамической программе до и после контрастирования (6 постконтраст-

ных серий с временным разрешением 1 мин).

Описание. Ткань молочных желез гетерогенно плотная, в связи с чем на доконтрастных изображениях подозрительные структуры в железах не визуализируются. Фоновое контрастное усиление паренхимы умеренное. После контрастирования в правой железе на границе наружных квадрантов в задней 1/3 определяется образование круглой формы, с неровным контуром, диаметром 2,1 см. Быстро накапливает КВ (103% в 1-й фазе, 144% – во 2-й), с формированием плато усиления в отсроченных фазах. МР-диффузия в образовании ограничена (ИКД $0,94 \times 10^{-3}$ мм²/с). Расстояние до грудной мышцы 2 см. В правой подмышечной области несколько лимфоузлов до 1,2 см с жировыми воротами (неподозрительны).

Заключение. МР-картина рака правой молочной железы на границе наружных квадрантов (BI-RADS 5).

Заключение

Система описания и обработки данных лучевых исследований молочной железы (BI-RADS) является практическим инструментом, который позволяет стандартизировать описание МГ, УЗИ и МРТ-исследований МЖ и на основе полученных результатов определить оптимальную тактику ведения пациента. При интерпретации МР-маммографии рекомендуется использовать терминологию, а в заключении указывать категорию BI-RADS. Более широкое внедрение системы BI-RADS на всех этапах – от скрининга до верификации диагноза – будет способствовать повышению качества диагностики и улучшению прогноза при опухолевых заболеваниях МЖ.

Литература

1. Статистика онкологических заболеваний в Республике Беларусь (2003–2012). Под ред. О.Г. Суконко. Минск: РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова; 2013.

2. Rausch D.R., Hendrick R.E. How to optimize clinical breast MR imaging practices and techniques on your 1.5-T system. *RadioGraphics*. 2006; 26 (5): 1469–84.
3. Peters N.H., Borel Rinkes I.H., Zuithoff N.P. et al. Meta-analysis of MR imaging in the diagnosis of breast lesions. *Radiology*. 2008; 246: 116–24.
4. Tsushima Y., Takahashi-Taketomi A., Endo K. Magnetic resonance (MR) differential diagnosis of breast tumors using apparent diffusion coefficient (ADC) on 1.5-T. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2009; 30: 249–55.
5. Yabuuchi H., Matsuo Y., Okafuji T. et al. Enhanced mass on contrast-enhanced breast MR imaging: lesion characterization using combination of dynamic contrast-enhanced and diffusion-weighted MR images. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2008; 28: 1157–65.
6. Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS). 4th Ed. Reston: American College of Radiology; 2003.
7. ACR BI-RADS. Система описания и обработки данных исследования молочной железы. Маммологический атлас. Под ред. В.Е. Сеницына. М.: Медпрактика-М; 2010.
8. Morris E.A., Comstock C.E., Lee C.H. et al. ACR BI-RADS Magnetic Resonance Imaging. In: ACR BI-RADS Atlas, Breast Imaging Reporting and Data System. Reston, VA, American College of Radiology; 2013.
9. Timmers J.M., van Doorne-Nagtegaal H.J., Zonderland H.M. et al. The Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS) in the Dutch breast cancer screening programme: its role as an assessment and stratification tool. *Eur. Radiol*. 2012; 22 (8): 1717–23.
10. Захарова Н.А., Даффи С.В., Котляров Е.В. и др. Итоги реализации маммографического скрининга в Окружной клинической больнице Ханты-Мансийска. *Онкологии женской репродуктивной системы*. 2011; 3: 6–8.
11. National Comprehensive Cancer Network (NCCN). Breast Cancer Screening and Diagnosis (Version 2.2013). Available at: http://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/breast-screening.pdf (accessed 24 February 2014).
12. Hamy A.S., Giacchetti S., Albitzer M. et al. BI-RADS categorisation of 2,708 consecutive nonpalpable breast lesions in patients referred to a dedicated breast care unit. *Eur. Radiol*. 2012; 22 (1): 9–17.
13. Mann R.M., Kuhl C.K., Kinkel K., Boetes C. Breast MRI: guidelines from the European Society of Breast Imaging. *Eur. Radiol*. 2008; 18: 1307–18.
14. Хоружик С.А., Козловская Н.А. Организация и первый опыт клинического использования магнитно-резонансной маммографии. Новейшие технологии лучевой визуализации заболеваний скелета и внутренних органов: Материалы научно-практической конференции. Минск; 2013: 132–5.
15. МРТ молочных желез и BI-RADS (2013). Available at: <http://nld.by/omr/breast> (accessed 24 February 2014).
16. Хоружик С.А., Шиманец С.В., Карман А.В. МРТ-характеристика рака молочной железы при одиночном поражении. *Онкологический журнал*. 2013; 7 (4): 57.
17. Erguvan-Dogan B., Whitman G.J., Kushwaha A.C. et al. BI-RADS-MRI: a primer. *Am. J. Roentgenol*. 2006; 187 (2): W152–60.
18. Cheng L., Li X. Breast magnetic resonance imaging: non-mass-like enhancement. *Gland. Surgery*. 2012; 1 (3): 176–88.
19. Rosen E.L., Smith-Foley S.A., DeMartini W.B. et al. BI-RADS MRI enhancement characteristics of ductal carcinoma in situ. *Breast J*. 2007; 13 (6): 545–50.
20. Liberman L., Morris E.A., Dershaw D.D. et al. Ductal enhancement on MR Imaging of the breast. *Am. J. Roentgenol*. 2003; 181: 519–25.
21. Kaiser W.A. Signs in MR-Mammography. Berlin, Heidelberg, New York: Springer; 2008.
22. Baum F., Fischer U., Voshenrich R., Grabbe E. Classification of hypervascularized lesions in CE MR imaging of the breast. *Eur. Radiol*. 2002; 12: 1087–92.
23. Fischer U., Kopka L., Grabbe E. Breast carcinoma: effect of preoperative contrast-enhanced MR imaging on the therapeutic approach. *Radiology*. 1999; 213 (3): 881–8.
24. Barentsz J.O., Richenberg J., Clements R. et al. ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur. Radiol*. 2012; 22: 746–57.
25. Dromain C., Boyer B., Ferre R. et al. Computed-aided diagnosis (CAD) in the detection of breast cancer. *Eur. J. Radiol*. 2013; 82: 417–23.
26. Park M.J., Cha E.S., Kang B.J. et al. The role of diffusion-weighted imaging and the apparent diffusion coefficient (ADC) values for breast tumors. *Korean J. Radiol*. 2007; 8: 390–96.
27. Thomassin-Naggara I., De Baze-laireb C., Chopier J. et al. Diffusion-weighted MR imaging of the breast: Advantages and pitfalls. *Eur. J. Radiol*. 2013; 82: 435–43.

References

1. Cancer statistics in the Republic of Belarus (2003–2012). Ed. O.G. Sukonko. Minsk; 2013 (in Russian).
2. Rausch D.R., Hendrick R.E. How to optimize clinical breast MR imaging practices and techniques on your 1.5-T system. *RadioGraphics*. 2006; 26 (5): 1469–84.
3. Peters N.H., Borel Rinkes I.H., Zuithoff N.P. et al. Meta-analysis of MR imaging in the diagnosis of breast lesions. *Radiology*. 2008; 246: 116–24.
4. Tsushima Y., Takahashi-Taketomi A., Endo K. Magnetic resonance (MR) differential diagnosis of breast tumors using apparent diffusion coefficient (ADC) on 1.5-T. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2009; 30: 249–55.
5. Yabuuchi H., Matsuo Y., Okafuji T. et al. Enhanced mass on contrast-enhanced breast MR imaging: lesion characterization using combination of dynamic contrast-enhanced and diffusion-weighted MR images. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2008; 28: 1157–65.
6. Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS). 4th Ed. Reston: American College of Radiology; 2003.
7. ACR BI-RADS. Breast imaging reporting and data system. Breast atlas. Ed. V.E. Sinitsyn. Moscow: Medpraktika-M; 2010 (in Russian).
8. Morris E.A., Comstock C.E., Lee C.H. et al. ACR BI-RADS Magnetic Resonance Imaging. In: ACR BI-RADS Atlas, Breast Imaging Reporting and Data System. Reston, VA, American College of Radiology; 2013.
9. Timmers J.M., van Doorne-Nagtegaal H.J., Zonderland H.M. et al. The Breast Imaging Reporting and

- Data System (BI-RADS) in the Dutch breast cancer screening programme: its role as an assessment and stratification tool. *Eur. Radiol.* 2012; 22 (8): 1717–23.
10. Zakharova N.A., Duffi S.V., Kotlyarov E.V. et al. The results of the implementation of mammography screening in the District Hospital of Khanty-Mansiysk. *Opukholy zhenskoy reproduktivnoy sistemy.* 2011; 3: 6–8 (in Russian).
 11. National Comprehensive Cancer Network (NCCN). Breast Cancer Screening and Diagnosis (Version 2.2013). Available at: http://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/breast-screening.pdf (accessed 24 February 2014).
 12. Hamy A.S., Giacchetti S., Albiter M. et al. BI-RADS categorisation of 2,708 consecutive nonpalpable breast lesions in patients referred to a dedicated breast care unit. *Eur. Radiol.* 2012; 22 (1): 9–17.
 13. Mann R.M., Kuhl C.K., Kinkel K., Boetes C. Breast MRI: guidelines from the European Society of Breast Imaging. *Eur. Radiol.* 2008; 18: 1307–18.
 14. Kharuzhyk S.A., Kozlovskaja N.A. Organization and the first clinical experience with the use of magnetic resonance mammography. In: The latest technologies of diagnostic imaging in diseases of the skeleton and internal organs: Proc. scientific-practical conf. Minsk; 2013: 132–5 (in Russian).
 15. MRI of breast and BI-RADS (2013). Available at: <http://nld.by/omr/breast> (accessed 24 February 2014).
 16. Kharuzhyk S.A., Shymanets S.V., Carman A.V. MRI characteristics of breast cancer in a single lesion. *J. Oncol.* 2013; 7 (4): 57 (in Russian).
 17. Erguvan-Dogan B., Whitman G.J., Kushwaha A.C. et al. BI-RADS-MRI: a primer. *Am. J. Roentgenol.* 2006; 187 (2): W152–60.
 18. Cheng L., Li X. Breast magnetic resonance imaging: non-mass-like enhancement. *Gland. Surgery.* 2012; 1 (3): 176–88.
 19. Rosen E.L., Smith-Foley S.A., DeMartini W.B. et al. BI-RADS MRI enhancement characteristics of ductal carcinoma in situ. *Breast J.* 2007; 13 (6): 545–50.
 20. Liberman L., Morris E.A., Dershaw D.D. et al. Ductal enhancement on MR Imaging of the breast. *Am. J. Roentgenol.* 2003; 181: 519–25.
 21. Kaiser W.A. Signs in MR-Mammography. Berlin, Heidelberg, New York: Springer; 2008.
 22. Baum F., Fischer U., Vosshenrich R., Grabbe E. Classification of hypervascularized lesions in CE MR imaging of the breast. *Eur. Radiol.* 2002; 12: 1087–92.
 23. Fischer U., Kopka L., Grabbe E. Breast carcinoma: effect of preoperative contrast-enhanced MR imaging on the therapeutic approach. *Radiology.* 1999; 213 (3): 881–8.
 24. Barentsz J.O., Richenberg J., Clements R. et al. ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur. Radiol.* 2012; 22: 746–57.
 25. Dromain C., Boyer B., Ferre R. et al. Computed-aided diagnosis (CAD) in the detection of breast cancer. *Eur. J. Radiol.* 2013; 82: 417–23.
 26. Park M.J., Cha E.S., Kang B.J. et al. The role of diffusion-weighted imaging and the apparent diffusion coefficient (ADC) values for breast tumors. *Korean J. Radiol.* 2007; 8: 390–96.
 27. Thomassin-Naggaraa I., De Bazelaireb C., Chopier J. et al. Diffusion-weighted MR imaging of the breast: Advantages and pitfalls. *Eur. J. Radiol.* 2013; 82: 435–43.

Поступила 19.03.2014

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ РАДИОЛОГОВ

Уважаемые коллеги!

6–8 ноября 2014 г. в Москве состоится очередной **Конгресс Российской ассоциации радиологов**. *Тема конгресса:* актуальные направления развития рентгенорадиологии.

В научных заседаниях и сессиях Конгресса приоритетное внимание будет уделено инновационным, междисциплинарным подходам к решению проблем клинической медицины, комплексному использованию современных технологий медицинской визуализации.

В том числе будут рассмотрены следующие вопросы:

- развитие современных методов медицинской визуализации заболеваний и повреждений у взрослых и детей, интеграция и комплексное использование диагностических методов;
- фундаментальные основы медицинской визуализации, радиобиология, радиохимия, медицинская физика, радиационная гигиена;
- современные технологии медицинской визуализации в реализации программ модернизации здравоохранения, в том числе в области сердечно-сосудистых заболеваний, неврологии, дорожной травмы, онкологии, фтизиатрии, перинатологии и др.;
- новые технологии рентгенохирургических методов диагностики и лечения;
- техническое и технологическое обеспечение медицинской визуализации, цифровая радиология, телемедицина, современные информационные технологии;
- развитие последиplomного образования специалистов в области лучевой диагностики в свете реформы образования в РФ;
- организация службы лучевой диагностики в РФ.

В этом году в рамках Конгресса планируется провести тематические мероприятия по отдельным направлениям рентгенорадиологии, такие как международная конференция и школа по торакальной радиологии, съезд специалистов по ядерной медицине, конференция и школа по онкорadiологии, конференции молодых специалистов, рентгенолаборантов.

В ходе работы Конгресса будут проведены школы по актуальным вопросам медицинской визуализации при участии ведущих отечественных и зарубежных специалистов, конкурс молодых ученых. Состоятся заседания и круглые столы, в том числе заседание профильной комиссии по лучевой и инструментальной диагностике Минздрава России, рабочих групп (порядок оказания медицинской помощи, клинические рекомендации по применению контрастных препаратов, формы 30 годового отчета, стандарты проведения лучевых исследований), совещание заведующих кафедрами (курсами) лучевой диагностики медицинских вузов.

Планируется издание материалов конференции и информации о продукции различных компаний, в том числе в журналах, рекомендуемых ВАК России для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора медицинских наук. Тезисы устных и стендовых докладов, предлагаемых вами для представления на Конгрессе, должны быть направлены по электронной почте, указанной на сайте Конгресса.

Последний день приема заявок на доклад в виде тезисов – 31 июля 2014 г.

Информация о Конгрессе на сайтах: www.russian-radiology.ru и www.congress-ph.ru

С уважением, президент РАР
президент Конгресса

Н.И. Рожкова
И.Е. Тюрин

Информация для авторов

Общие сведения

Рукописи от авторов принимаются по электронной почте, e-mail: vestnik-rentg-articl@mail.ru; переписка редакции с авторами осуществляется по e-mail: vestnik-rentg@mail.ru

Главный редактор журнала – профессор, д.м.н. Савченко Анатолий Петрович,
E-mail: vestnik-rentg@mail.ru

Зав. редакцией – д.м.н. Черкавская Ольга Владимировна, тел. (916) 547-50-96,
E-mail: vestnik-rentg@mail.ru

Ответственный секретарь – к.м.н. Коробкова Ирина Захаровна, тел. (495) 414-62-94,
E-mail: vestnik-rentg@mail.ru

Научная направленность. В журнале «Вестник рентгенологии и радиологии» публикуются статьи, освещающие широкий спектр вопросов лучевой диагностики (рентгенологии, УЗИ, КТ, МРТ, радионуклидных исследований), современных лучевых и эндоваскулярных методов лечения в различных областях медицины, лучевой терапии. Публикуются как статьи, посвященные оригинальным научным исследованиям, так и обзоры литературы, клинические случаи, материалы в помощь практикующему врачу, рецензии на опубликованные монографии, руководства, учебники; периодически освещается работа конгрессов, съездов и научных обществ.

Требования к рукописям

Принимая рукопись к рассмотрению, редакция предполагает, что работа не была ранее напечатана или одновременно направлена в какие-либо другие печатные издания. Рукописи принимаются на русском и английском языке.

Статьи публикуются бесплатно.

Редакция оставляет за собой право размещения статей в электронной библиотеке e-library.ru безвозмездно.

Редакционная этика. Статья должна иметь визу руководителя и сопровождаться официальным направлением от учреждения, из которого выходит статья (с круглой печатью), в необходимых случаях – экспертным заключением. Статья должна быть подписана всеми авторами, что дает право на ее публикацию и размещение на сайте издательства.

Все статьи проходят процедуру научного рецензирования.

Редакция оставляет за собой право сокращать и редактировать принятые работы. Датой поступления статьи считается время поступления окончательного (переработанного) варианта статьи.

Статья присылается в редакцию по электронной почте (vestnik-rentg-articl@mail.ru) с отсканированными сопроводительными документами и подписями авторов.

Статья должна быть напечатана шрифтом Times New Roman, размер шрифта 14, с интервалом между строками 1.5, все поля, кроме левого, шириной 2 см, левое поле 3 см. Все страницы должны быть пронумерованы.

Объем статей: оригинальные, обзоры, лекции – не более 15 с (без учета литературы и резюме), заметки из практики, клинические случаи – не более 8 с (без учета литературы, рисунков, таблиц и резюме), рецензии и информационные сообщения – не более 3 с.

Титульный лист должен содержать: 1) название статьи, 2) фамилию и инициалы автора(ов), с указанием ученой степени, звания и должности, 3) полное наименование учреждения, в котором работает(ют) автор(ы), в именительном падеже с обязательным указанием статуса организации (аббревиатура перед названием) и ведомственной принадлежности, 4) полный почтовый адрес учреждения, включая индекс. Пример: ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. 3-я Черепковская, 15а, 121552, Москва, Российская Федерация. Если авторов несколько, у каждой фамилии и соответствующего учреждения проставляется **цифровой индекс**. Если все авторы статьи работают в одном учреждении, указывать место работы каждого автора отдельно не нужно. Данный блок информации должен быть представлен на русском и английском языках.

На **отдельной странице** указываются **дополнительные сведения** о **каждом** авторе, необходимые для обработки журнала в Российском индексе научного цитирования: **Ф.И.О. полностью** на русском языке и в транслитерации по системе BGN (Board of Geographic Names) (см. сайт <http://www.translit.ru>), а также **e-mail** для контактов с авторами статьи.

Структура оригинальной статьи должна быть следующей: резюме и ключевые слова (на русском языке), затем следует текст статьи, в котором должны быть представлены разделы: введение, материал и методы, результаты и обсуждение, выводы (по пунктам) или заключение, список цитируемой литературы. Рисунки, подписи к рисункам и список цитируемой литературы должны быть представлены отдельными файлами. Рисунки могут быть черно-белыми или цветными, графики, диаграммы, таблицы – только черно-белыми. Допустимо применение общепринятых сокращений, а также авторских аббревиатур. Все вводимые автором буквенные обозначения и аббревиатуры должны быть расшифрованы в тексте при их первом упоминании. Дозы лекарственных средств, единицы измерения и другие численные величины должны быть указаны в системе СИ.

Авторские резюме (аннотации)

Авторское резюме к статье является основным источником информации в отечественных и зарубежных информационных системах и базах данных, индексирующих журнал. В резюме отражается цель работы, перечисляются применявшиеся авторами методы, приводятся краткие и только существенные сведения о материале и основные результаты. По тексту аннотации (резюме) читатель должен определить, стоит ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной, интересующей его информации. Резюме должно быть структурированным, то есть *цель, материал и методы, результаты* исследования и *выводы* выделяются шрифтом и печатаются с новой строки. На той же странице приводятся **ключевые слова** (не более шести), то есть термины, отражающие основное содержание работы и облегчающие классификацию работы в компьютерных поисковых системах. Объем текста авторского резюме должен быть в пределах 100–250 слов.

Требования к рисункам

Иллюстрации должны быть выполнены в электронном виде в редакторе *Adobe Photoshop* с расширением *tiff* или *jpeg* (или в любой другой программе, поддерживающей эти форматы, например *Adobe Illustrator* и т.п.); обязательно наличие распечатки, причем каждая иллюстрация должна быть распечатана на отдельном листе. Текст и обозначения на иллюстрациях должны быть четкими и полностью соответствовать подписи к рисунку. **Подписи к рисункам** даются на отдельном листе. В подписях к графикам указываются обозначения по осям абсцисс и ординат и единицы измерения, приводятся пояснения по каждой кривой. В подписях к микрофотографиям указываются метод окраски и увеличение.

Оформление таблиц

Все цифры в таблицах должны соответствовать цифрам в тексте и обязательно должны быть обработаны статистически. Таблицы можно давать в тексте, не вынося на отдельные страницы.

Список литературы

Библиографические списки составляются с учетом «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» Международного комитета редакторов медицинских журналов (*Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals*). Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов и организаций, в которых они работают.

В оригинальных статьях допускается цитирование не более 25 источников, в обзорах литературы – не более 50, в лекциях и других материалах – до 15. Библиография должна содержать помимо основополагающих работ, публикации за последние 5 лет.

В списке литературы все работы перечисляются в порядке их цитирования. Библиографические ссылки в тексте статьи даются цифрой в квадратных скобках.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Библиографическое описание книги: автор(ы), название, город (где издана), после двоеточия – название издательства, после точки с запятой – год издания. Если ссылка дается на главу книги: автор(ы), название главы, после точки ставится «В кн.:» или "In:" и фамилия(и) автора(ов) или редактора(ов), затем название книги и выходные данные. Если в качестве авторов книг выступают редакторы, после фамилии следует ставить «ред.», в иностранных источниках – «ed.».

Примеры:

Медик В.А. Заболеваемость населения: история, современное состояние и методология изучения. М.: Медицина; 2003.

Воробьев А.И. (ред.). Руководство по гематологии. 3-е изд. т. 3. М.: Ньюдиамед; 2005.

Иванова А.Е. Тенденции и причины смерти населения России. В кн.: Осипов В.Г., Рыбаковский Л.Л. (ред.). Демографическое развитие России в XXI веке. М.: Экон-Информ; 2009: 110–31.

Silver R.M., Peltier M.R., Branch D.W. The immunology of pregnancy. In: Creasey R.K., Resnik R. (eds). *Maternal-fetal medicine: Principles and practices*. 5th ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2004: 89–109.

Библиографическое описание статьи из журнала: автор(ы), название статьи, название журнала, год, том, в скобках номер журнала, после двоеточия – цифры первой и последней цитируемых страниц.

При авторском коллективе до 6 человек включительно упоминаются все, при больших авторских коллективах – 6 первых авторов «и др.», в иностранных источниках – «et al.».

Примеры:

Веркина Л.М., Телесманич Н.Р., Мишин Д.В., Ботиков А.Г., Ломов Ю.М., Дерябин П.Г. и др. Конструирование полимерного препарата для серологической диагностики гепатита С. *Вопросы вирусологии*. 2012; 1: 45–8.

Чучалин А.Г. Грипп: уроки пандемии (клинические аспекты). *Пульмонология*. 2010; Прил. 1: 3–8.

Glauser T.A. Integrating clinical trial data into clinical practice. *Neurology*. 2002; 58 (12, Suppl. 7): 6–12.

Aiuti A., Cattaneo F., Galimberti S., Benninghoff U., Cassani B., Callegaro L. et al. Gene therapy for immunodeficiency due to adenosine deaminase deficiency. *N. Engl. J. Med.* 2009; 360 (5): 447–58.

Материалы научных конференций, авторефераты

Примеры:

Актуальные вопросы гематологии и трансфузиологии: Материалы научно-практической конференции. 8 июля 2009 г. Санкт-Петербург. СПб.; 2009.

Салов И.А., Маринушкин Д.Н. Акушерская тактика при внутриутробной гибели плода. В кн.: Материалы IV Российского форума «Мать и дитя». М.; 2000; ч. 1: 516–9.

European meeting on hypertension. Milan, June 15–19, 2007. Milan; 2007.

Harnden P., Joffe J.K., Jones W.G. (eds). Germ cell tumours V: Proceedings of the 5th Germ cell tumour conference. 2001, Sept. 13–15; Leeds; UK. New York: Springer; 2001.

Мельникова Н.В. Клинико-биохимические и морфологические изменения печени у больных с атерогенной дислипидемией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 2008.

Электронные источники

Примеры:

Государственный доклад «О состоянии здоровья населения Республики Коми в 2009 году». Available at: <http://www.minzdrav.rkomi.ru/left/doc/docminzdr>

Aboud S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am. J. Nurs.* 2002; 102 (6). Available at: <http://www.psvedu.ru/journal/2011/4/2560.phtml>

По новым правилам, учитывающим требования таких международных систем цитирования, как Web of Science и Scopus, библиографические списки (References) входят в англоязычный блок статьи и, соответственно, должны даваться не только на языке оригинала, но и в латинице (романским алфавитом). Поэтому авторы статей должны давать список литературы в двух вариантах: один на языке оригинала (русскоязычные источники кириллицей, англоязычные латиницей), как было принято ранее, и **отдельным блоком тот же список литературы (References) в романском алфавите** для Scopus и других международных баз данных, **повторяя в нем все источники литературы, независимо от того, имеются ли среди них иностранные.** Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке, готовящемся в романском алфавите.

В романском алфавите для русскоязычных источников требуется следующая структура библиографической ссылки: автор(ы) (транслитерация), перевод названия книги или статьи на английский язык, название источника (транслитерация), выходные данные в цифровом формате, указание на язык статьи в скобках (in Russian).

Технология подготовки ссылок с использованием системы автоматической транслитерации и переводчика.

На сайте <http://www.translit.ru> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу. Программа очень простая.

1. Входим в программу Translit.ru. В окошке «варианты» выбираем систему транслитерации **BGN (Board of Geographic Names)**. Вставляем в специальное поле весь текст библиографии, кроме названия книги или статьи, на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит».

2. Копируем транслитерированный текст в готовящийся список References.

3. Переводим с помощью переводчика Google все описание источника, кроме авторов (название книги, статьи, постановления и т.д.) на английский язык, переносим его в готовящийся список.

Перевод, безусловно, требует редактирования, поэтому данную часть необходимо готовить человеку, понимающему английский язык.

4. Объединяем описания в транслите и переводное, оформляя в соответствии с принятыми правилами. При этом необходимо раскрыть место издания (Moscow) и, возможно, внести небольшие технические поправки.

5. В конце ссылки в круглых скобках указывается (in Russian). Ссылка готова.

Примеры транслитерации русскоязычных источников литературы для англоязычного блока статьи

Описание статьи из журнала:

Belushkina N.N., Khomyakova T.N., Khomyakov Yu.N. Diseases associated with dysregulation of programmed cell death. *Molekulyarnaya meditsina*. 2012; 2: 3 – 10 (in Russian).

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. Technical and economic optimization of hydrofracturing design. *Neftyanoe khozyaistvo*. 2008; 11: 54–7 (in Russian).

Описание статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *Journal of Computer-Mediated Communication*. 1999, 5 (2). Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).

Описание книги (монографии, сборника):

Kanevskaya R.D. Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development. Izhevsk; 2002 (in Russian).

Описание материалов конференций:

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing. In: New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact: Proc. 6th Int. Symp. Moscow, 2007; 267–72 (in Russian).

Описание Интернет-ресурса:

APA Style (2011). Available at: <http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx> (accessed 5 February 2011).

Описание автореферата диссертации:

Semenov V.I. Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss. Moscow; 2003 (in Russian).

Grigoryev Iu.A. Development of scientific bases of architectural design of distributed data processing systems. Dr. tech. sci. diss. Moscow: Bauman MSTU Publ.; 1996 (in Russian).

Описание ГОСТа:

State Standard 8.586.5–2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices. Moscow: Standartinform Publ., 2007.

Описание патента:

Palkin M.V. et al. The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head. Patent RF, N 2280590; 2006 (in Russian).

Автор несет ответственность за правильность библиографических данных.

Внимание! Автор гарантирует, что он обладает исключительными авторскими правами на передаваемую Издательству статью и несет полную материальную и юридическую ответственность за достоверность содержания статьи.

Рукописи, не отвечающие приведенным выше требованиям, с множеством стилистических погрешностей, грамматических и синтаксических ошибок, не публикуются и авторам не возвращаются.

Статьи принимаются к печати при условии предъявления авторами копии квитанции об оплате полугодовой подписки на журнал после того, как статья получила положительную рецензию.

Авторский экземпляр журнала высылается автору наложенным платежом (можно получить и в редакции) при условии безналичной оплаты (информация на сайте rusradiology.ru).