

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ

2016, ТОМ 1, № 1

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ ВРАЧЕЙ

Рецензируемый
научно-практический журнал
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ
Visualization in medicine

Основан в 2016 году в Санкт-Петербурге

Ежеквартальное издание
Журнал реферируется РЖ ВИНТИ

Учредители:

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России,

Журнал зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Северо-Западному федеральному округу, ПИ № ТУ78-01871 от 17 мая 2016 г.

Проект-макет: Титова Л. А.

Распространяется по подписке.

Электронная версия —
<http://elibrary.ru>

Издатель, учредитель:

ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России
Титова Л. А. (выпускающий редактор)
Варламова И. Н. (верстка)

Адрес редакции: Литовская ул., 2,
Санкт-Петербург, 194100;
тел/факс: (812) 295-31-55; e-mail: lt2007@inbox.ru
Статьи просьба направлять по адресу:
lt2007@inbox.ru

Address for correspondence:

2, Litovskaya St., St. Petersburg, 194100, Russia.
Tel/Fax: +7 (812) 295-31-55.
E-mail: lt2007@inbox.ru.

Формат 60 × 90/8. Усл.-печ. л. 6.5.

Тираж до 500 экз. Цена свободная.

Оригинал-макет изготовлен

ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России.

Отпечатано ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава

Литовская ул., 2, Санкт-Петербург, 194100.

Заказ 74.

Подписано в печать 05.12.2016.

Полное или частичное воспроизведение
материалов, содержащихся в настоящем
издании, допускается только с письменного
разрешения редакции.

Ссылка на журнал «Visualization in medicine /
Визуализация в медицине» обязательна.

Редакционная коллегия: Editorial Board:

Главный редактор — **Head Editor**
д. м. н., профессор **Г. Е. Труфанов** Professor **G. E. Trufanov**, MD, PhD

Заместитель главного редактора: **Head Editor-in-Chief :**
д. м. н., профессор **Рязанов В.В.** Professor **Ryazanov V.V.**, MD, PhD

Ответственный секретарь: **Executive Secretary:**
Ипатов В.В. **Ipatov V.V.**

Амосов В.И. (Санкт-Петербург)	Amosov V.I. (Saint Petersburg)
Багненко С.С. (Санкт-Петербург)	Bagnenko S.S. (Saint Petersburg)
Бойков И.В. (Санкт-Петербург)	Boikov I.V. (Saint Petersburg)
Борсуков А.В. (Смоленск)	Borsukov A.V. (Smolensk)
Васильев А.Ю. (Москва)	Vasil'ev A.Yu. (Moscow)
Дмитращенко А.А. (Москва)	Dmitrashchenko A.A. (Moscow)
Жаринов Г.М. (Санкт-Петербург)	Zharinov G.M. (Saint Petersburg)
Железняк И.С. (Санкт-Петербург)	Zheleznyak I.S. (Saint Petersburg)
Ицкович И.Э. (Санкт-Петербург)	Itskovich I.E. (Saint Petersburg)
Карлова Н.А. (Санкт-Петербург)	Karlova N.A. (Saint Petersburg)
Лишманов Ю.Б. (Томск)	Lishmanov Yu.B. (Tomsk)
Мазур В. Г. (Санкт-Петербург)	Mazur V. G. (Saint Petersburg)
Малаховский В.Н. (Санкт-Петербург)	Malakhovskiy V.N. (Saint Petersburg)
Мищенко А.В. (Санкт-Петербург)	Mishchenko A.V. (Saint Petersburg)
Панов В.О. (Москва)	Panov V.O. (Saint Petersburg)
Поздняков А.В. (Санкт-Петербург)	Pozdnyakov A.V. (Saint Petersburg)
Савелло А.В. (Санкт-Петербург)	Savello A.V. (Saint Petersburg)
Себедев К.И. (Санкт-Петербург)	Sebelev K.I. (Saint Petersburg)
Серебрякова С.В. (Санкт-Петербург)	Serebryakova S.V. (Saint Petersburg)
Синицын В.Е. (Москва)	Sinitsyn V.E. (Moscow)
Трофимова Т.Н. (Санкт-Петербург)	Trofimova T.N. (Saint Petersburg)
Тулупов А.А. (Новосибирск)	Tulupov A.A. (Novosibirsk)
Тюрин И.Е. (Москва)	Tyurin I.E. (Moscow)
Черемисин В.М. (Санкт-Петербург)	Cheremisin V.M. (Saint Petersburg)
Фокин В.А. (Санкт-Петербург)	Fokin V.A. (Saint Petersburg)

2016, VOLUME 1, № 1

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL FOR DOCTORS

VISUALIZATION IN MEDICINE



❖ ПЕРЕДОВАЯ СТАТЬЯ

- Г. Е. Труфанов, А. С. Грищенко, О. А. Сигина,
В. С. Декан, С. Д. Рудь, И. М. Кузнецов*
Трудный диагноз — пневмония или инфильтративная
(пневмониеподобная) форма бронхиолоальвеолярного
рака легкого?.....3

❖ ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

- С. В. Серебрякова, Г. Е. Труфанов,
В. А. Фокин, Е. А. Юхно*
Магнитно-резонансная томография с контрастным
усилением в дифференциальной диагностике узловых
образований молочных желез10

- А. Ю. Ефимцев, В. А. Фокин, А. Г. Труфанов,
М. М. Одинак, И. В. Литвиненко, Г. Е. Труфанов*
Поражение миелинизированных волокон при болезни
Паркинсона: возможности диффузионной тензорной
магнитно-резонансной трактографии22

- Г. Е. Труфанов, И. В. Бойков, В. В. Рязанов*
Совмещенная позитронно-эмиссионная и
компьютерная томография в характеристике рецидивов
злокачественных новообразований органов грудной
клетки и брюшной полости.....30

- В. В. Рязанов, Г. Е. Труфанов*
Совмещенная позитронно-эмиссионная и компьютерная
томография в диагностике и стадировании опухолей
толстой кишки38

❖ ИНФОРМАЦИЯ

- Правила для авторов47

❖ EDITORIAL

- G. E. Trufanov, A. S. Grischenkov, O. A. Sigina,
V. S. Dekan, S. D. Rud, I. M. Kuznetsov*
A difficult diagnosis — pneumonia or
bronchioloalveolar carcinoma mimicking
pneumonia?3

❖ ORIGINAL PAPERS

- S. V. Serebryakova, G. E. Trufanov,
V. A. Fokin, E. A. Yukhno*
The magnetic resonance mammography with dynamic
contrast enhancement in the differential diagnostics
of breast nodes10

- Yu A. Efimtsev, V. A. Fokin, A. G. Trufanov,
M. M. Odinak, I. V. Litvinenko, G. E. Trufanov*
Magnetic resonance imaging:
myelin fiber involvement in parkinson
disease22

- G. E. Trufanov, I. V. Bойков, V. V. Ryazanov*
Characterization of recurrent thoracic
and abdominal malignancies with combined
positron-emission and computed
tomography30

- V. V. Ryazanov, G. E. Trufanov*
The possibilities of combined positron-emission
and computed tomography in diagnostics and staging
of colon tumors38

❖ INFORMATION

- Rules for authors47



ТРУДНЫЙ ДИАГНОЗ – ПНЕВМОНИЯ ИЛИ ИНФИЛЬТРАТИВНАЯ (ПНЕВМОНИЕПОДОБНАЯ) ФОРМА БРОНХИОЛОАЛЬВЕОЛЯРНОГО РАКА ЛЕГКОГО?

© Геннадий Евгеньевич Труфанов¹, Александр Сергеевич Грищенко², Ольга Алексеевна Сигина², Вячеслав Станиславович Декан³, Сергей Дмитриевич Рудь², Игорь Михайлович Кузнецов²

¹ ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России. 197341, Россия, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.

² ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» МО РФ. 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6.

³ ФГУЗ «Клиническая больница № 122 имени Л. Г. Соколова Федерального медико-биологического агентства». 194291, Санкт-Петербург, пр. Культуры, 4.

Контактная информация: Труфанов Геннадий Евгеньевич — д. м. н., проф., зав. научно-исследовательским отделом лучевой диагностики ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, e-mail: trufanovge@mail.ru

Резюме. Целью исследования являлось определение дифференциально-диагностических КТ-признаков инфильтративной (пневмониеподобной) формы бронхиолоальвеолярного рака легкого и пневмонии. Ретроспективно проанализированы результаты КТ-исследований и результатов лечения 36 пациентов с наличием в периферических отделах легких инфильтратов. В результате исследования были выделены следующие дифференциально-диагностические признаки: уплотнения по типу «матового стекла», симптом «КТ-ангиографии», симптом «воздушной бронхографии», наличие симптома «сотового легкого», утолщение стенок бронхов проксимальнее зоны поражения, воздушные «ловушки» в нормальной легочной ткани, прилежащей к патологическому участку, утолщения и втяжение плевры на уровне поражения.

Ключевые слова: рак легкого; пневмония; бронхиолоальвеолярный рак легкого; компьютерная томография.

A DIFFICULT DIAGNOSIS – PNEUMONIA OR BRONCHIOALVEOLAR CARCINOMA MIMICKING PNEUMONIA?

© Gennady E. Trufanov¹, Alexandr S. Grischenkov², Olga A. Sigina², Vyacheslav S. Dekan³, Sergey D. Rud², Igor M. Kuznetsov²

¹ “Northwestern Federal Medical Research Center named after V. A. Almazov” Russian Ministry of Health. Akkuratova street, 2, Saint-Petersburg, 197341, Russia.

² Russian Medicomilitary Academy. 6, Akademika Lebedeva St., St. Petersburg, 194044, Russia.

³ The L.G. Sokolov Memorial Hospital №122. 4 Kultury Pr., St. Petersburg 194291, Russia.

Contact Information: Trufanov Gennady E. – MD, PhD, professor, head of research department of radiology of «Northwestern Federal Medical Research Center n.a. V.A. Almazov», Russian Ministry of Health, e-mail: trufanovge@mail.ru

Abstract. The purpose of this study was to evaluate the differential CT features of bronchioloalveolar carcinoma mimicking pneumonia and pneumonia at the lung periphery. CT images of 36 patients with focal areas of parenchymal opacification at the lung periphery were retrospectively reviewed. We evaluated the presence of «groundglass attenuation», «CT-angiogram sign», «air-bronchogram sign», a bubblelike low-attenuation area within the lesion, presence of bronchial wall thickening proximal to the lesion, and air-trapping in the normal lung near the lesion, presence of pleural thickening and retraction associated with the lesion.

Key words: lung cancer; pneumonia; bronchioloalveolar carcinoma; computed tomography.

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении последних 120 лет распространенность рака легкого во всем мире увеличивалась во много раз быстрее, чем опухолей других локализаций [1]. В мире регистрируется более 1 млн новых случаев заболеваний в год. В 2012 году в Российской Федерации было диагностировано более 0,5 млн новых случаев злокачественных новообразований, из которых более 55 тысяч случаев приходилось на рак легкого [4, 6].

Термин «бронхиолоальвеолярный рак» впервые был введен в медицинскую литературу в 1960 году Авериллом Либовым.

Бронхиолоальвеолярный рак (БАР) является подтипом аденокарциномы легкого и характеризуется как высокодифференцированная аденокарцинома, развивающаяся из альвеолярного эпителия. Опухоль локализуется в периферических отделах легкого. Она распространяется внутри пределов легких воздушным путем, по ходу мелких бронхов и пор Кона. Стенки дистальных воздушных путей при этом выступают как поддерживающая строма для опухолевых клеток. БАР отличается медленным темпом роста, среднее время удвоения объема опухоли составляет 350–500 дней [3, 11].

В соответствии с классификацией ВОЗ гистологически выделяют 3 подтипа БАР:

1. Светлоклеточный, слизееобразующий — данный тип опухоли построен из высоких цилиндрической формы клеток, секретирующих большое количество слизи.
2. Темноклеточный, неслизееобразующий — данный тип опухоли построен из уплощенных, практически голоядерных клеток, часто коллом выстилающих межальвеолярные перегородки, слизееобразование в опухолевых клетках практически отсутствует.
3. Низкодифференцированный тип опухоли — образован кубической формы клетками с признаками выраженного клеточного атипизма [2].

Рентгенологическая картина БАР разнообразна, принято выделять несколько основных форм: узловую, инфильтративную (пневмониеподобную) и диссеминированную [5, 9].

Поскольку необходимо проводить дифференциальную диагностику БАР с большим количеством заболеваний легких, точное знание и учет КТ-признаков является очень важным фактором. В случаях, когда рентгенологическая картина БАР складывается из наличия участков консолидации легочной ткани и участков уплотнения по типу «матового стекла», необходимо обязательно дифференцировать БАР и пневмонию. Подобных пациентов часто длительное время лечат по по-

воду пневмонии, инфильтративного туберкулеза, и только отсутствие положительной динамики от проводимого лечения при контрольных рентгенологических исследованиях позволяет предположить злокачественный (опухолевый) характер выявленных изменений [1, 7, 8, 10, 13].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определить компьютерно-томографические признаки, позволяющие провести дифференциальную диагностику между инфильтративной (пневмониеподобной) формой бронхиолоальвеолярного рака легкого и пневмонией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ретроспективно проанализированы результаты лучевых исследований 36 пациентов, находившихся на обследовании и лечении. Критерием для отбора в анализируемую группу служили: наличие полноценных результатов лучевых и клинических исследований, данных оперативного лечения и патоморфологических заключений.

В основную группу были включены 16 пациентов с гистологически подтвержденным диагнозом БАР и контрольная группа из 20 больных негоспитальной пневмонией с плевропневмоническим типом инфильтрации.

В основной группе мужчин было — 4, женщин — 12 (соотношение составило 1:3), средний возраст — $55,6 \pm 17,4$ лет; в контрольной группе мужчин было 13, женщин — 7, (соотношение составило 2:1), а средний возраст — $45,3 \pm 13,2$ лет.

Всем больным была проведена рентгенография груди в двух стандартных проекциях.

Компьютерная томография выполнялась по стандартной программе, в случае сохранения изменений на рентгенограммах более одной недели на фоне проводимого лечения, у пациентов с предположительным диагнозом пневмония.

КТ-сканирование всем пациентам проводилось в положении на спине, с задержкой дыхания на высоте вдоха. Всем пациентам при КТ внутривенно болюсно вводилось контрастное вещество. Для контрастного усиления применяли неионные контрастные вещества: йогексол с концентрацией 300 и 350 мг йода/мл, йоверсол с концентрацией 350 мг йода/мл. Все КТ-изображения анализировались в мягкотканном и легочном электронных окнах.

В основной группе всем пациентам в предоперационном периоде выполнялась биопсия с целью гистологической верификации. Так как патологический процесс располагался в периферических отделах, биопсия выполнялась трансторакальная

под рентгенологическим контролем или под КТ-контролем у 8 пациентов, а также чрезбронхиальная биопсия — 5, у 3 больных гистологическая верификация осуществлялась только во время операции. Все больные основной группы были прооперированы, материал полученный во время операции маркировался и подвергался гистологическому исследованию.

Клинико-рентгенологически пневмония диагностировалась при наличии кашля, как правило, с отхождением слизистой или гнойной мокроты, высокой температуры, лейкоцитоза, увеличения скорости оседания эритроцитов (СОЭ) или при наличии С-реактивного белка, затенением на рентгенограммах, положительными результатами бактериоскопии, наличием инфильтрации легочной паренхимы на компьютерных томограммах, а также при уменьшении или полном исчезновении изменений в легочной ткани при контрольных рентгенологических исследованиях после лечения.

Четкость контуров на компьютерных томограммах патологической области оценивалась в соответствии с четкостью границ патологического процесса и нормальной легочной ткани. Симптом «воздушной ловушки» определялся как участки вздутия легочных долек, на фоне неизменной паренхимы легкого. В центре этих вздутий, как правило, прослеживалась терминальная бронхиола. Толщину плевры оценивали, сравнивая с ее аналогичным листком на противоположной стороне на одном и том же срезе. Утолщение стенок бронхов оценивали, сравнивая толщину стенок в области пораженного сегмента с аналогичными бронхами в симметричных отделах противоположного легкого.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам гистологического исследования БАР диагностирован у 16 пациентов. В контрольной группе диагноз пневмонии подтвержден при клинико-рентгенологическом наблюдении за больными.

У всех пациентов основной и контрольной групп патологический процесс локализовался в периферических отделах легких (табл. 1).

Наиболее часто патологический процесс локализовался в верхних долях легких.

На компьютерных томограммах оценивалось наличие или отсутствие симптомов: «воздушной ловушки», симптома «воздушной бронхографии», «сотовой» структуры очага, симптома «КТ-ангиографии», уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла», утолщения стенок проксимальных бронхов, утолщения и втяжения плевры в проекции патологического процесса, наличия плеврального выпота, увеличения экстраплевральной жировой клетчатки в зоне патологического очага (табл. 2).

Наиболее частыми признаками, свидетельствующими о наличии БАР были «воздушная бронхография», симптом «КТ-ангиографии» и участки уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла». Для пневмонии наиболее характерными симптомами являлись также симптом «воздушной бронхографии», утолщение стенок проксимальных бронхов и утолщение плевры в области патологического процесса.

В зоне консолидации легочной ткани как при БАР, так и при пневмонии прослеживались просветы бронхов — симптом «воздушной бронхографии». Объем пораженной части легкого при пневмонии был увеличен у 13 (65%) больных, тогда как при БАР наоборот уменьшен у 6 (37,5%) пациентов.

Характерной особенностью пневмониеподобной формы БАР также является своеобразная ячеистая («сотовая») структура участка уплотнения легочной ткани, данный симптом был отмечен у 12 (75%) пациентов с БАР, тогда как при пневмонии только у 2 (10%) больных. Этот симптом служит отражением процесса последовательного заполнения альвеол опухолевыми клетками.

При выполнении КТ-исследования отмечали наличие симптома «КТ-ангиографии», что подра-

Таблица 1

Локализация патологического процесса

Локализация	Пневмониеподобная форма БАР		Пневмония	
	Абс.	%	Абс.	%
Правое легкое				
Верхняя доля	5	31,25	7	35
Средняя доля	0	0	2	10
Нижняя доля	1	6,25	4	20
Левое легкое				
Верхняя доля	8	50	5	25
Нижняя доля	2	12,5	2	10

Таблица 2

Основные симптомы, выявляемые при компьютерной томографии

Симптом	Пневмониеподобная форма БАР (n=16)		Пневмония (n=20)	
	Абс.	%	Абс.	%
«Воздушная ловушка»	4	25	7	35
«Воздушная бронхография»	14	87,5	17	85
«Сотовая» структура очага	12	75	2	10
«КТ-ангиография»	13	81,25	9	45
Уплотнение по типу «матового стекла»	11	68,75	8	40
Утолщение стенки проксимальных бронхов	2	12,5	16	80
Втяжение плевры	3	18,75	2	10
Утолщение плевры	3	18,75	15	75
Плевральный выпот	1	6,25	8	40
Гипертрофия экстраплевральной жировой клетчатки	1	6,25	5	25

зумекает под собой визуализацию не измененных легочных сосудов на фоне консолидации легочной ткани за счет низкой плотности консолидации (рис. 1, 2).

Участки консолидации легочной ткани распространялись на 1–2 бронхолегочных сегмента. Отличительной особенностью инфильтративной (пневмониеподобной) формы БАР является отсутствие выраженных клинических признаков воспаления при физикальном осмотре пациентов и минимально выраженные изменения при лабораторных методах исследования. Так, лейкоцитоз был отмечен у 4 (25%) пациентов с БАР и у 18 (90%) больных с пневмонией.

При проведении компьютерной томографии у пациентов контрольной (больных пневмонией) группы отмечалось утолщение стенок проксимальных бронхов у 16 (80%) больных вследствие распространения инфекционного процесса по воздухоносным путям, реактивное утолщение висцеральной плевры, прилежащей к зоне инфильтрации у 15 (75%) пациентов из-за экссудации или воспалительной реакции. Эти два патологических признака редко обнаруживались при БАР (у 2 (12,5%) и 3 (18,75%) пациентов соответственно), что связано с особенностями распространения опухолевых клеток без разрушения структуры легочной ткани (рис. 3).

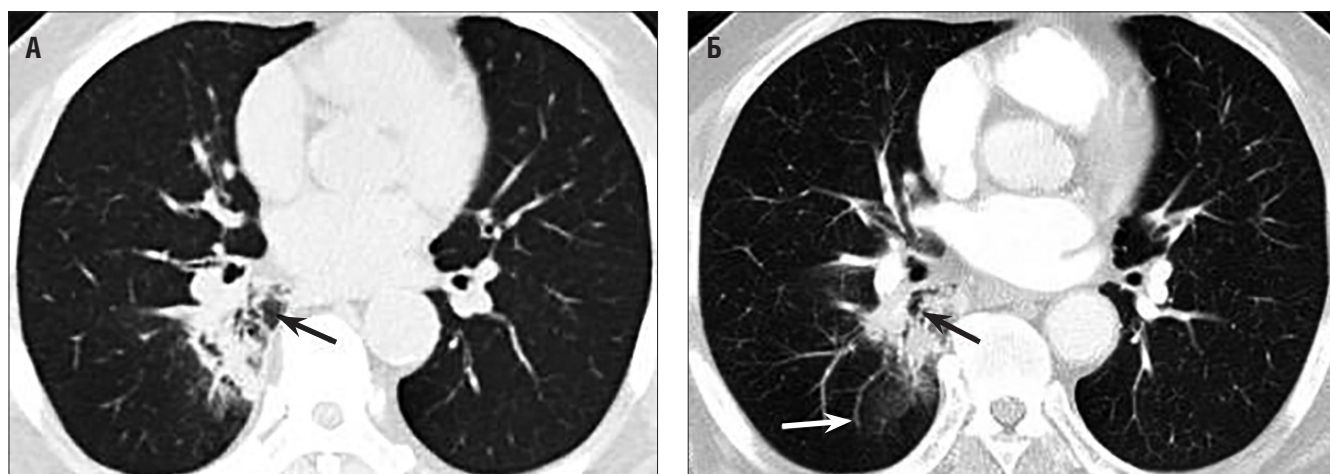


Рис. 1. Компьютерные томограммы (легочное электронное окно): Больная Л. 73 года — слизеобразующий БАР нижней доли правого легкого. А: в нижней доли правого легкого определяется участок консолидации легочной ткани неоднородной структуры с формированием «сот» (стрелка). Б: КТ в режиме высокого разрешения определяется уплотнение легочной ткани по типу «матового стекла» (белая стрелка), стенки бронхов не изменены (черная стрелка)

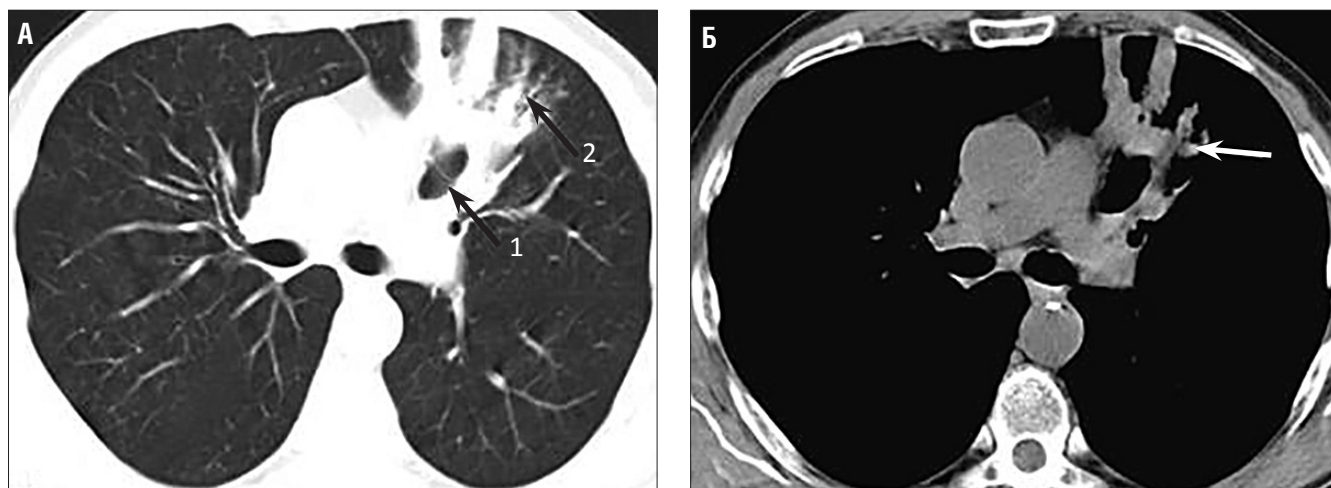


Рис. 2. Компьютерные томограммы: Больная Т. 46 лет — неслизезообразующий БАП верхней доли левого легкого. А: КТ (аксиальная плоскость легочное электронное окно) — определяются зоны консолидации легочной ткани, а также участки уплотнения по типу «матового стекла», на фоне которых видны просветы бронхов (стрелка № 1), а также участки вздутия легочной ткани — «воздушные ловушки» (стрелка № 2). Б: КТ (аксиальная плоскость мягкотканное электронное окно) — на фоне консолидации легочной ткани визуализируются гиперденсные легочные сосуды — симптом «КТ-ангиографии» (стрелка)

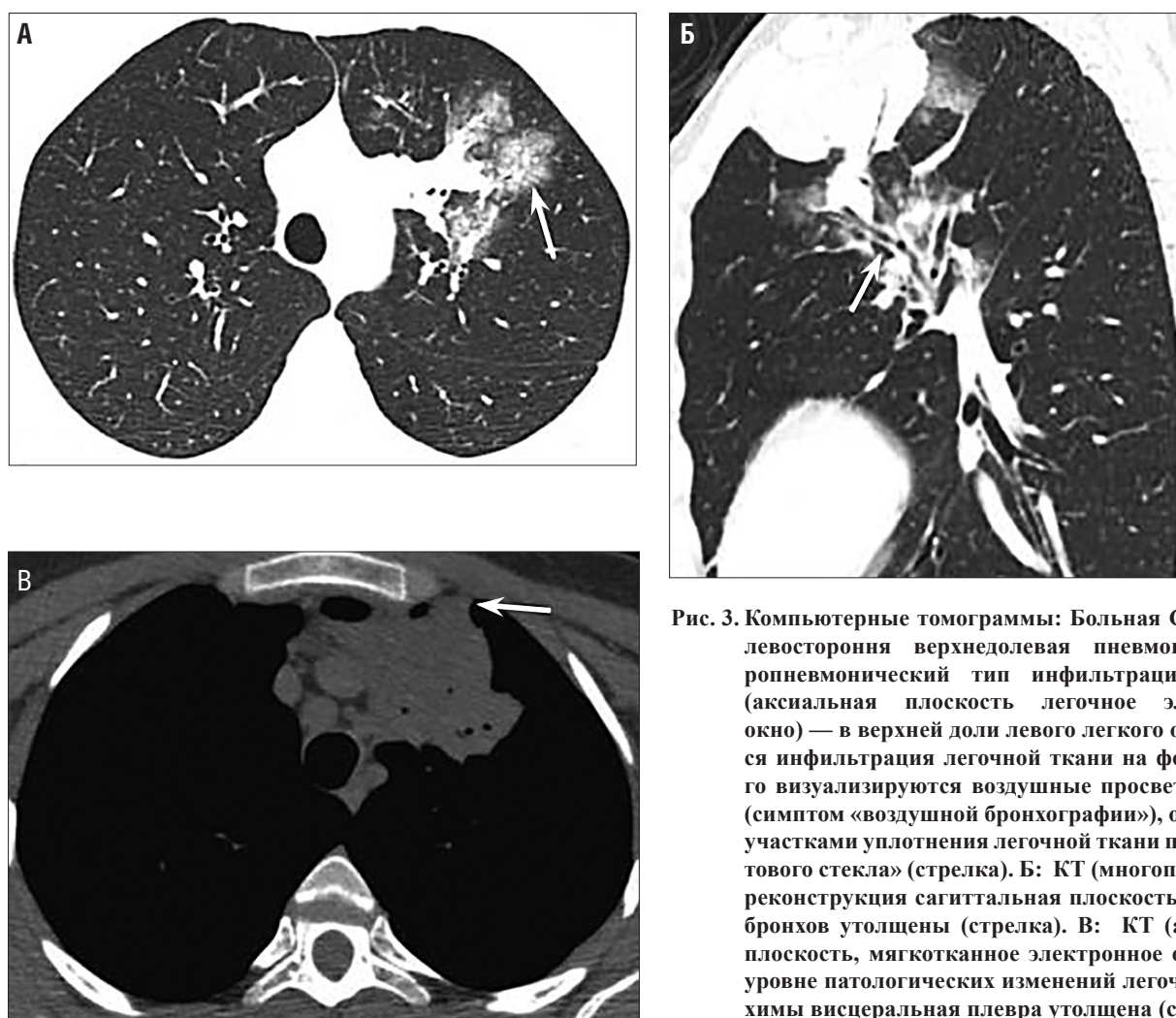


Рис. 3. Компьютерные томограммы: Больная С. 38 лет — левосторонняя верхнедолевая пневмония, плевропневмонический тип инфильтрации. А: КТ (аксиальная плоскость легочное электронное окно) — в верхней доле левого легкого определяется инфильтрация легочной ткани на фоне которого визуализируются воздушные просветы бронхов (симптом «воздушной бронхографии»), окруженная участками уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла» (стрелка). Б: КТ (многоплоскостная реконструкция сагиттальная плоскость) — стенки бронхов утолщены (стрелка). В: КТ (аксиальная плоскость, мягкотканное электронное окно) — на уровне патологических изменений легочной паренхимы висцеральная плевра утолщена (стрелка)

По результатам исследования определены особенности клинической и лучевой симптоматики у больных с инфильтративной (пневмониеподобной) формой БАР и пневмонией. В клинической картине у больных пневмонией ведущим был воспалительный синдром, а при БАР преобладали неспецифические симптомы.

Пневмониеподобная форма БАР на компьютерных томограммах характеризуется наличием кистоподобных изменений внутри опухолевой ткани («сотовая» структура), в то время как при пневмонии определяются утолщение стенок проксимальных бронхов и реактивное утолщение висцеральной плевры. Патологический участок при БАР обычно имеет более низкие денситометрические показатели. Причиной этого является наличие слизеподобного содержимого в альвеолах, вследствие чего плотность пораженного участка ниже плотности крови в легочных сосудах, что обуславливает появление симптома «КТ-ангиографии». Более высокая плотность инфильтрированной легочной паренхимы при пневмонии не создает условий для возникновения этого симптома. Наличие симптома «КТ-ангиографии» может расцениваться как возможный, но неспецифичный признак БАР, поскольку клеточный состав инфильтрата бывает разнообразным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Характерными признаками пневмониеподобной формы БАР при КТ является наличие ячеистой структуры внутри опухолевого узла. При пневмонии более часто наблюдается утолщение стенок проксимальных бронхов и висцеральной плевры, прилежащей к патологически измененной легочной паренхиме, а также выраженные клинические и лабораторные признаки воспаления.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Акопов А.Л. Современные подходы к классификации рака легкого. Врч. 2011; 11: 7–11.
2. Бердников Р.Б., Гринберг Л.М., Сорокина Н.Д. Морфологическая диагностика бронхоалоальвеолярного рака. Уральский мед. журнал. 2009; 4: 51–56.
3. Гринберг Л.М., Бердников Р.Б. Бронхиолоальвеолярный рак — основные итоги 20 лет исследований. Уральский мед. журнал. 2005; 8: 32–37.
4. Давыдов М.И., Аксель Е.М. Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ в 2009 г. Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН. 2011; 3 (прил. 1): 1–172.
5. Тюрин И.Е. Компьютерная томография органов грудной полости. СПб., 2003.
6. Чиссов В.И., Старинский В.В., Петров Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2010 (заболеваемость и смертность). М.: ФГУ «МНИОИ им. А.П. Герцена Росмедтехнологий», 2012.

7. Чиссов В.И. Ошибки в диагностике и лечении рака легкого. Терапевтический архив. 2001; 73 (10): 5–10.
8. Gaeta M., Vinci S., Minutoli F. et al. CT and MRI findings of mucin-containing tumors and pseudotumors of the thorax: pictorial review. Eur. Radiol. 2002; 12: 181–189.
9. General thoracic surgery / ed. by Thomas W. Shields, Joseph Lo Cicero, Ronald B. Ponn. Philadelphia, 2009.
10. Shahid M., Malik A., Bhargava R. Bronchogenic carcinoma and secondary aspergillosis—common yet unexplored: evaluation of the role of bronchoalveolar lavage-polymerase chain reaction and some nonvalidated serologic methods to establish early diagnosis. Int. J. Cancer. 2008; 113: 547–558.
11. Terasaki H., Niki T., Matsuno Y. et al. Lung adenocarcinoma with mixed bronchioloalveolar and invasive components: clinicopathological features, subclassification by extent of invasive foci, and immunohistochemical characterization. Am. J. Surg. Pathol. 2003; 27 (7): 973–951.
12. Waheed Z., Irfan M., Fatimi S. Bronchial carcinoid presenting as multiple lung abscesses. J. Coll. Physicians Surg. Pak. 2013; 23 (3): 229–230.

REFERENCES

1. Akopov A.L. Sovremennye podkhody k klassifikatsii raka legkogo [Modern approaches to classification of cancer of lung]. Vrach. 2011; 11: 7–11.
2. Berdnikov R.B., Grinberg L.M., Sorokina N.D. Morfolo-gicheskaya diagnostika bronkhioloal'veolyarnogo raka [Morphological diagnosis of bronkhioloalveolyarny cancer]. Ural'skiy med. zhurnal. 2009; 4: 51–56.
3. Grinberg L.M., Berdnikov R.B. Bronkhioloal'veolyarnyy rak — osnovnye itogi 20 let issledovaniy [Bronkhioloalveolyarny cancer — the main results of 20 years of researches]. Ural'skiy med. zhurnal. 2005; 8: 32–37.
4. Davydov M.I., Aksel' E.M. Statistika zlokachestvennykh novoobrazovaniy v Rossii i stranakh SNG v 2009 g. [Statistics of malignant new growths in Russia and the CIS countries in 2009]. Vestnik RONTs im. N.N. Blokhina RAMN. 2011; 3.
5. Tyurin I.E. Komp'yuternaya tomografiya organov grudnoy polosti [Computer tomography of bodies of a chest cavity]. SPb., 2003.
6. Chissov V.I., Starinskiy V.V., Petrov G.V. Zlokachestvennye novoobrazovaniya v Rossii v 2010 (zabolevaemost' i smertnost') [Malignant new growths in Russia in 2010 (incidence and mortality)]. M.: FGU «MNIОI im. A.P. Gertsena Rosmedtekhnologiy», 2012.
7. Chissov V.I. Oshibki v diagnostike i lechenii raka legkogo [Mistakes in diagnostics and a cancer therapy of a lung]. Terapevticheskiy arkhiv. 2001; 73 (10): 5–10.
8. Gaeta M., Vinci S., Minutoli F. et al. CT and MRI findings of mucin-containing tumors and pseudotumors of the thorax: pictorial review. Eur. Radiol. 2002; 12: 181–189.
9. General thoracic surgery / ed. by Thomas W. Shields, Joseph Lo Cicero, Ronald B. Ponn. Philadelphia, 2009.

10. Shahid M., Malik A., Bhargava R. Bronchogenic carcinoma and secondary aspergillosis-common yet unexplored: evaluation of the role of bronchoalveolar lavage-polymerase chain reaction and some nonvalidated serologic methods to establish early diagnosis. *Int. J. Cancer.* 2008; 113: 547–558.
11. Terasaki H., Niki T., Matsuno Y. et al. Lung adenocarcinoma with mixed bronchioloalveolar and invasive components: clinicopathological features, subclassification by extent of invasive foci, and immunohistochemical characterization. *Am. J. Surg. Pathol.* 2003; 27 (7): 973–951.
12. Waheed Z., Irfan M., Fatimi S. Bronchial carcinoid presenting as multiple lung abscesses. *J. Coll. Physicians Surg. Pak.* 2013; 23 (3): 229–230.



МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ С КОНТРАСТНЫМ УСИЛЕНИЕМ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ УЗЛОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ

© Светлана Владимировна Серебрякова¹, Геннадий Евгеньевич Труфанов¹,
Владимир Александрович Фокин¹, Елена Антоновна Юхно²

¹ ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России. 197341, Россия, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.

² ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» МО РФ. 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6.

Контактная информация: Серебрякова Светлана Владимировна — доктор медицинских наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории магнитно-резонансной томографии НИО лучевой диагностики ФГБУ «Северо-Западный Федеральный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, e-mail: svsebre@mail.ru

Резюме. Ведущее место в структуре заболеваемости новообразованиями у женщин занимает рак молочной железы. По данным традиционных рентгенологических методов, далеко не всегда можно ответить на вопрос о морфологической природе выявленного образования, особенно у женщин репродуктивного возраста с развитой железистой тканью. Поэтому в настоящее время понятен возросший интерес ученых к использованию в клинической маммологии высокопольной МРТ. С применением МР-маммографии с динамическим контрастным усилением было обследовано 170 женщин в возрасте 23–75 лет, имеющих узловые образования молочных желез, из них у 93 (54,7%) выявлен рак молочной железы, 64 (37,7%) — фибroadеномы, 9 (5,2%) — локализованный фибroadеноматоз, 4 (2,4%) — образования воспалительной природы. Представлена усовершенствованная методика проведения МР-маммографии с динамическим контрастным усилением молочных желез.

Ключевые слова: магнитно-резонансная маммография; контрастное усиление; рак молочной железы; доброкачественные образования.

THE MAGNETIC RESONANCE MAMMOGRAPHY WITH DYNAMIC CONTRAST ENHANCEMENT IN THE DIFFERENTIAL DIAGNOSTICS OF BREAST NODES

© Svetlana V. Serebryakova¹, Gennady E. Trufanov¹, Vladimir A. Fokin¹, Elena A. Yukhno²

¹ “Northwestern Federal Medical Research Center named after V. A. Almazov” Russian Ministry of Health. Akkuratova street, 2, Saint-Petersburg, 197341, Russia.

² Russian Medicomilitary Academy. 6, Akademika Lebedeva St., St. Petersburg, 194044, Russia. The L.G. Sokolov Memorial Hospital №122. 4 Kultury Pr., St. Petersburg 194291, Russia.

Contact Information: Serebryakova Svetlana V. – MD, PhD, professor, «Northwestern Federal Medical Research Center n.a. V.A. Almazov», Russian Ministry of Health, e-mail: svsebre@mail.ru

Abstract. The breast cancer is on the first place among all the malignancies in women. Conventional non-invasive imaging isn't able to develop the nature of lesion in all cases, especially in the women of fertile age with well-developed gland tissue. This article deals with analysis of magnetic resonance mammography data with dynamic contrast enhancement of 170 women age 23–75, with nodes in the mammary glands. 93 (54,7%) cases were cancers diagnosed, 64 (37,7%) — fibroadenomas, 9 (5,2%) — localized

fibroadenomatosis, 4 (2,4%) — inflammatory mass. The algorithm of magnetic resonance mammography with dynamic contrast enhancement is described.

Key words: breast cancer; dynamic magnetic resonance mammography; contrast enhancement; benign neoplasias; fibroadenomatosis; signal intensity.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших проблем современной онкологии является проблема раннего выявления опухолей молочной железы с определением распространенности и стадии опухолевого процесса.

В структуре заболеваемости злокачественными образованиями у женщин рак молочной железы прочно занимает первое место и, несмотря на предпринимаемые меры по борьбе с ним, сохраняет тенденцию к увеличению частоты, с поражением в значительном проценте женщин социально активного возраста [1].

На современном этапе развития для первичного лучевого обследования пациенток с заболеваниями молочной железы, как правило, используют рентгеновскую маммографию и ультразвуковое исследование (УЗИ).

Лучевые методы всегда занимали ведущее место в диагностике узловых образований молочных желез. При этом рентгеновская маммография признается «золотым стандартом» в диагностике заболеваний молочных желез [2, 3]. Однако, по мнению многих авторов, она имеет существенные недостатки:

- не позволяет однозначно трактовать природу узловых образований у женщин с плотным фоном железистой ткани, когда невозможно дифференцировать границы опухоли,
- мультицентричность процесса;
- трудности изучения ретромаммарного пространства;
- низкая информативность в выявлении узловых образований на фоне инфильтративных и рубцовых изменений.

По данным некоторых авторов, у женщин молодого возраста с помощью маммографии не удается обнаружить от 5 до 40% пальпируемых злокачественных образований молочных желез [4].

Поэтому основным неинвазивным методом, заслуженно получившим широкое распространение в маммологии, в настоящее время является УЗИ. Большинство ученых отмечают, что применение УЗИ позволяет четко дифференцировать структуру железы [5, 6]. Однако, по мнению других исследователей, данный метод имеет определенные ограничения, обусловленные пределами его возможностей:

- низкую информативность при жировой инволюции,

- трудности при выявлении мультицентричности и билатеральности процесса, протокового распространения опухоли.

Часто нераспознанными остаются опухоли, расположенные у грудной клетки в железах большого объема, а также узловое образование менее 1,5 см в диаметре.

Существенным недостатком сонографии является приборо- и операторозависимость [7].

Одним из относительно новых методов исследования молочных желез является магнитно-резонансная маммография (МР-маммография). Благодаря высокой тканевой контрастности, а также возможности получения послойных изображений в любой плоскости без ионизирующего излучения, МР-маммография, в том числе с применением парамагнитных контрастных препаратов является наиболее чувствительным методом в выявлении и дифференциальной диагностике узловых образований молочных желез [8–10].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Улучшение дифференциальной диагностики узловых образований молочных желез на основе применения магнитно-резонансной маммографии с динамическим контрастным усилением.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Всего обследовано 170 женщин с последующим гистологическим подтверждением опухоли молочной железы. Возраст пациенток варьировал в пределах 23–75 лет. Средний возраст женщин с образованиями злокачественной природы составил 43 ± 18 лет, с доброкачественными изменениями — 38 ± 15 лет.

В зависимости от морфологического типа опухолей, обследованные женщины были распределены следующим образом:

- рак молочной железы был выявлен у 93 (54,7%) больных,
- фиброаденомы — 64 (37,7%);
- локализованный фиброаденоматоз — 9 (5,2%);
- образования воспалительной природы — 4 (2,4%).

Начальным этапом диагностики являлся клинический осмотр с тщательным анамнезом. При пальпации у 117 женщин (68,8%) было заподозрено наличие узлового образования, требующее дальнейшего диагностического обследования.

Далее на аппаратах «Ellegra» («Siemens») и «Logiq-700» («General Electric») мультичастотными датчиками с частотами от 5 до 13 МГц было проведено УЗИ молочных желез.

Следующим шагом являлось проведение рентгеновской маммографии на маммографе «Mammodiagnost» фирмы «Phillips». Исследование выполнялось в двух проекциях, при необходимости было дополнено прицельными снимками.

Магнитно-резонансную маммографию выполняли на томографе «Magnetom Symphony» («Siemens») с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Исследования проводили в положении лежа на животе с прижатыми к телу руками с использованием специальной поверхностной катушки (breast coil), которая позволяла выполнять дозированную билатеральную компрессию молочных желез для исключения двигательных артефактов. МР-исследование проводили между 6-м и 14-м днями менструального цикла, так как в другие дни может наблюдаться неспецифическое диффузное или очаговое усиление, что иногда приводит к диагностическим ошибкам, так как известно, что кровоснабжение молочных желез, а, следовательно, и накопление их тканями контрастного вещества гормонально обусловлено [11–13].

Для первичной оценки структуры молочных желез выполняли T2-взвешенные изображения (T2-ВИ) без и с использованием жироподавления, поле обзора — не менее 34 см; затем выполняли одну преконтрастную серию T1-ВИ 3D FLASH Fs в аксиальной плоскости. Далее с помощью автоматического инъектора типа «Medrad» внутривенно болюсно вводили парамагнитное контрастное вещество из расчета 0,1 ммоль/кг и после 10–20-секундной задержки выполняли 5 постконтрастных серий без задержки между ними с теми же техническими параметрами в T1-ВИ 3D FLASH Fs в аксиальной плоскости при матрице 512×512 с толщиной среза не более 3–4 мм на T2-ВИ и 0,8–2 мм на T1-ВИ. Далее проводили T1-ВИ 3D FLASH FS последовательность в аксиальной плоскости и вновь повторяли отсроченную постконтрастную серию с теми же техническими параметрами. Импульсные последовательности, используемые в обследовании молочных желез, представлены в таблице 1 [14, 15].

Внутривенное контрастирование проводили препаратами: дотарем («Gerbe»), магневист («Nycomed»), омнискан («Schering AG») с концентрацией гадолиния 0,5 ммоль/л; гадовист 1.0® («Schering AG») с концентрацией гадолиния 1 ммоль/л [9, 12, 16]. На постконтрастных МР-томограммах определяли изменение интенсивности

Таблица 1

Методика магнитно-резонансной томографии
молочных желез

Импульсная последовательность	TR	TE	Толщина среза (мм)	Ориентация
t2 tirm tra	7500	70	4	TRA
t2 tse cor 512fs	4980	109	3	COR
t2 tse cor 512	4710	109	3	COR
t2 tse tra 512	4980	109	3	TRA
fl3d 2slab sag views	26	6,41	0,5	SAG
t1 fl3d tra 512 pre	11	4,8	2	TRA
Постконтрастные программы				
fl3d dynamic lpre 5post tra	4,42	1,67	1,2	TRA
t1 fl3d tra 512 post	11	4,8	2	TRA
t1 fl3d sag 512 post	11	4,8	2	SAG

накопления контрастного вещества от образований, оценивали их локализацию, форму, количество, размеры, характер контуров и степень накопления контрастного вещества.

По окончании исследования осуществляли постпроцессорную обработку, которая включала в себя:

1. Методику *цифровой субтракции* (вычитания), используемую для оценки степени накопления контрастного вещества патологическим образованием (рис. 1).
2. Анализ изображений, обработанных по алгоритму проекций максимальных интенсивностей (Maximum Intensity Projection — MIP). Построение MIP-реконструкций позволяет отчетливо визуализировать кровеносные сосуды, питающие ткань молочных желез, а также саму опухоль, интенсивно накапливающую контрастное вещество, и собственную сосудистую сеть опухоли (рис. 2).
3. Анализ динамики захвата и выведения контрастного вещества тканью молочной железы. Данные нескольких серий, полученные в результате динамического сканирования, обрабатываются следующим образом. Выбирается интересующий уровень (срез), на котором четко определяется патологический участок. Выбираются области интереса: в патологическом участке (в центре и периферических отделах образования), в прилегающем сосуде, железистой и жировой ткани. С помощью встроенных в МР-томограф или внешних программных средств анализируется изменение интенсивности МР-сигнала в выбранных областях интереса на всех измеренных сериях динамического сканирования.

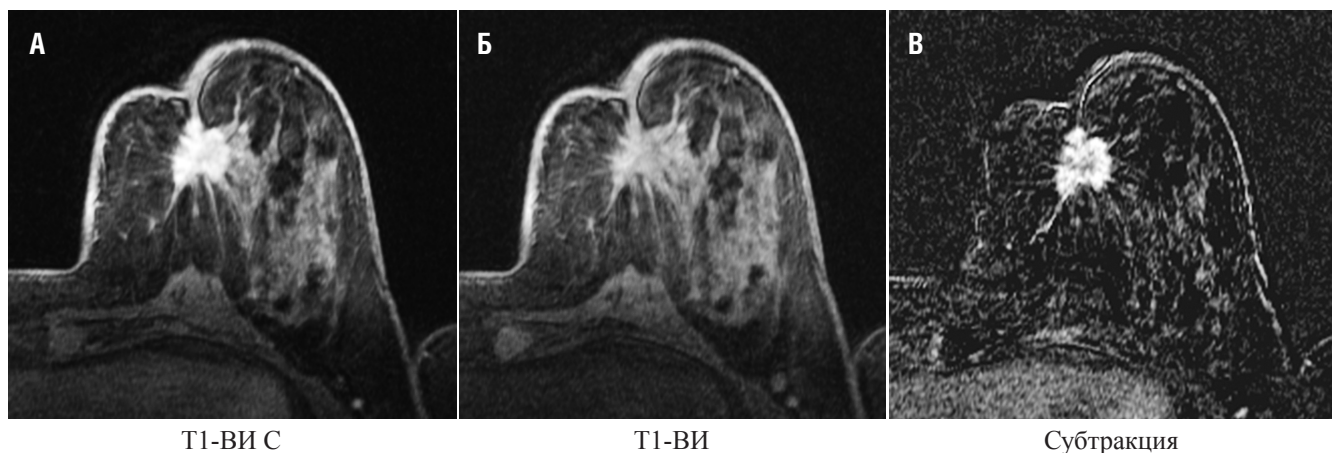


Рис. 1. Методика субтракции. Из постконтрастных серий (А) вычитается серия преконтрастных изображений (Б), в результате чего на полученных субтракционных томограммах (В) участки патологического накопления контрастного вещества определяются отчетливо, более четко визуализируются форма и размеры образования

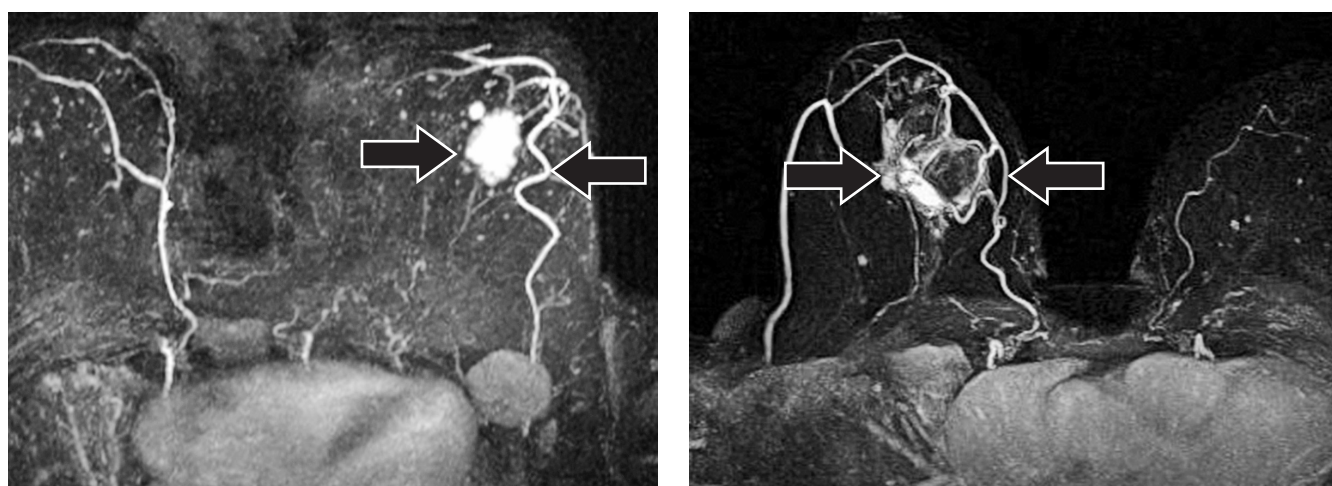


Рис. 2. МIP-реконструкция. В молочных железах (А, Б) определяются опухолевые узлы (толстая стрелка) с неровным, бугристым контуром и неоднородной структурой. Отчетливо визуализированы кровеносные сосуды, питающие ткань молочных желез, а также собственная сосудистая сеть опухоли (стрелка)

Данные анализа представляли либо в табличном виде, либо в виде графической зависимости изменения интенсивности сигнала от времени при прохождении болюса парамагнитного контрастного средства. Для образований выделено три типа кривых «интенсивность сигнала — время» [9, 12–14, 17] (рис. 3).

I тип — постепенное линейное нарастание интенсивности сигнала в течение длительного времени (до 7–10 мин).

II тип — линейное нарастание интенсивности сигнала в течение 2–3 минут после введения контрастного вещества с последующей фазой плато.

III тип — пик интенсивности сигнала приходится на первые минуты, затем быстрое последующее снижение интенсивности [9, 11, 14].

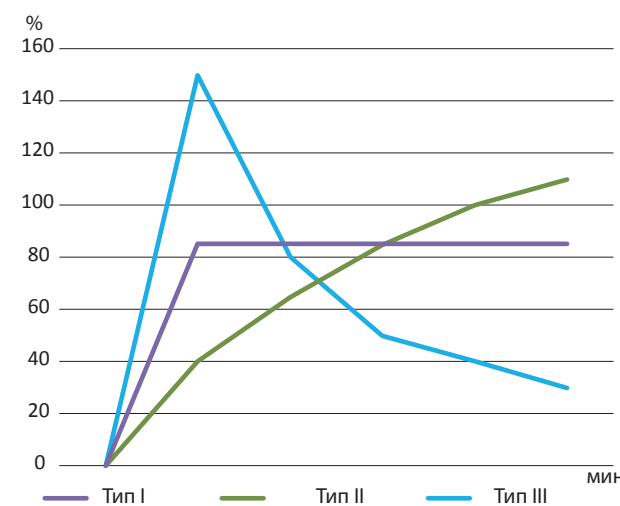


Рис. 3. Кривые «интенсивность сигнала — время»

0% — принималась интенсивность сигнала от ткани образования до контрастного усиления.

По характеру накопления и выведения контрастного вещества представлялось возможным судить о предположительной морфологической природе образования.

Конечным этапом диагностического алгоритма считали гистологическое подтверждение диагноза.

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием процедур и методов статистического анализа (определение числовых характеристик переменных; оценка соответствия эмпирического закона распределения количественных переменных теоретическому закону нормального распределения по критерию Колмогорова-Смирнова; оценка значимости различий средних значений количественных показателей в независимых выборках по Т-тесту Стьюдента; проверка гипотезы о происхождении групп, сформированных по качественному признаку, из одной и той же популяции, проводилась на основе построения таблиц сопряженности наблюдаемых и ожидаемых частот; применялся критерий χ -квадрат Пирсона (Pearson Chi-square), при его неустойчивости использовали двусторонний точный тест Фишера (Fisher exact test); логистический регрессионный анализ).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Доброкачественные образования молочных желез были выявлены у 77 пациенток и характеризовались четкими ровными округлыми контурами у 59 (76,6%) женщин с преобладанием продольного размера над радиальным — 51 (66,2%), с однородной внутренней структурой — 57 (74%), равномерным накоплением контрастного вещества — 55 (71,4%). Интенсивность МР-сигнала чаще ($p < 0,001$) не превышала 75% и характеризовалась постепенным нарастанием в течение всего времени исследования, вплоть до 12 мин после введения контрастного вещества. При построении кривых «интенсивность сигнала-время» доброкачественные узловые образования молочных желез характеризовались преимущественно I типом — кривая постоянного роста МР-сигнала (87,3%). Высоковаскуляризированные образования встречались в 12,7% случаев, имея II тип накопления контрастного вещества (рис. 4).

Фиброаденомы и локализованный фиброаденоматоз чаще ($p < 0,001$) характеризовались слабо пониженным сигналом на T1 и T2 ВИ (рис. 5).

У 8 пациенток фиброаденомы и локализованный фиброаденоматоз характеризовались быстрым накоплением контрастного вещества и медленным его выведением, что графически отображалось выходом на плато, а у 1 женщины фиброаденома была хорошо

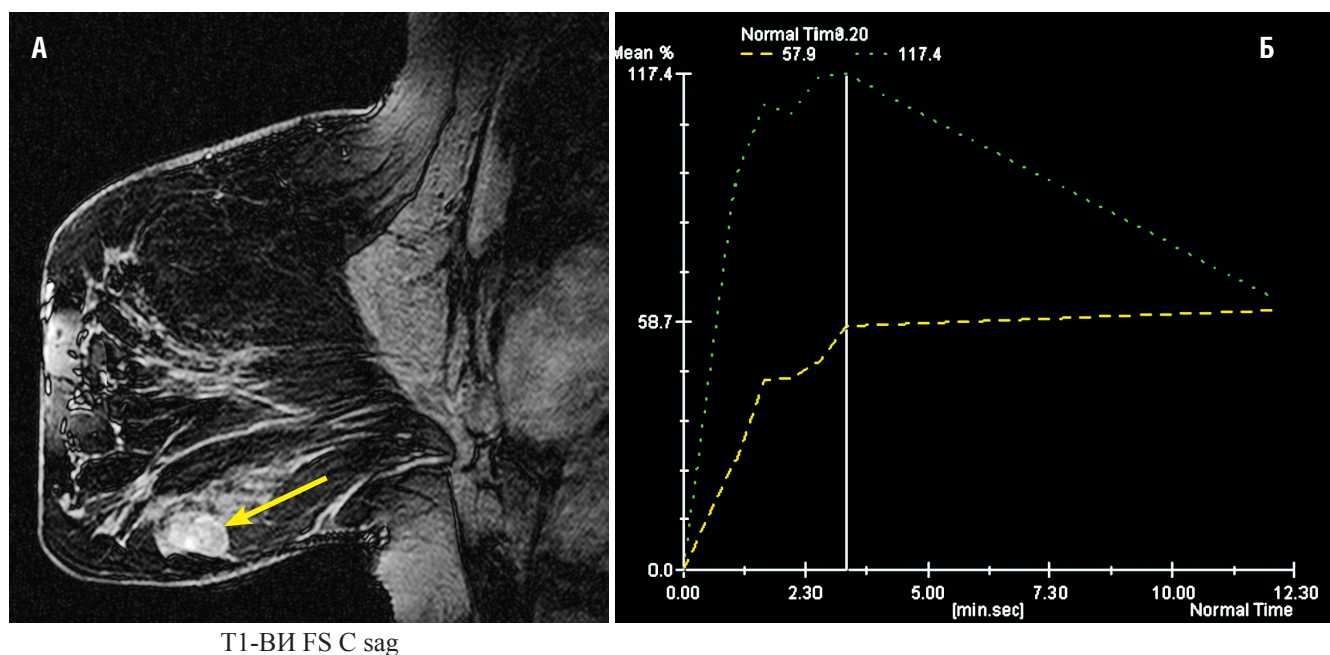


Рис. 4. Пациентка Н., 26 лет. Васкуляризированная периканаликулярная фиброаденома молочной железы. На МР-маммограмме после внутривенного болюсного введения парамагнитного контрастного вещества в левой молочной железе определяется округлое гиперинтенсивное образование (стрелка), с четкими, ровными контурами, $8 \times 11 \times 12$ мм, однородной структуры (А). Отмечается быстрый захват до 58% контрастного вещества опухолью и медленное его выведение (Б, график)

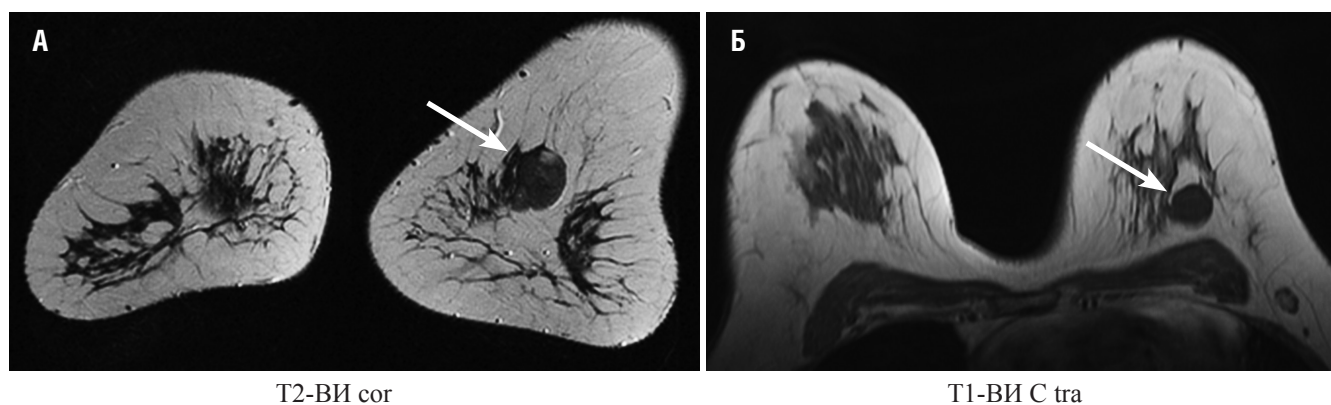


Рис. 5. Пациентка А., 43 лет. Фиброаденома левой молочной железы. На МР-маммограммах в верхне-наружном квадранте левой молочной железы имеется образование округлой формы, характеризующееся изогипоинтенсивным МР-сигналом на Т2-ВИ (А). При динамическом контрастном усилении (Б) незначительно неравномерно накапливает парамагнитное контрастное вещество в течение всего периода исследования

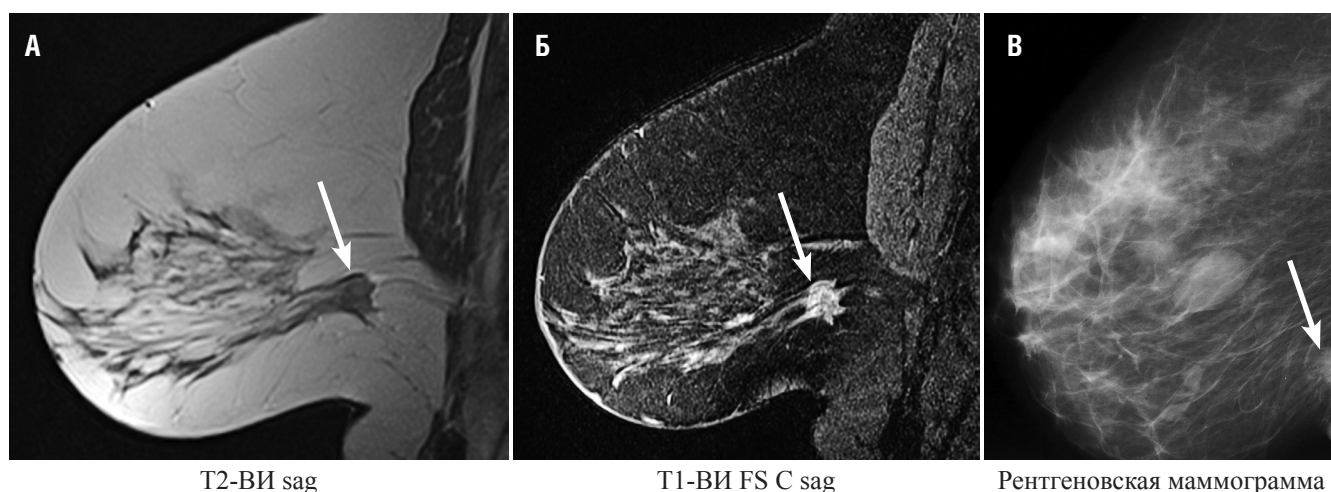


Рис. 6. МР-маммограммы (А, Б), рентгеновская маммограмма (В) больной Б., 50 лет. Ретромаммарная фиброаденома молочной железы. На МР-маммограммах определяется овальной формы опухоль с четкими, ровными контурами, размерами 9×16 мм, изогипоинтенсивного МР-сигнала на Т2-ВИ (А). При динамическом контрастном усилении (Б) умеренно гетерогенно накапливает контрастное вещество в течение всего периода исследования

вакуляризирована — быстро накапливала и быстро выводила контрастное вещество. У 2 обследуемых отмечалась асимметрия сосудистой сети молочных желез при построении МР-реконструкций.

Ретромаммарно расположенные образования при рентгеновском и УЗ-исследованиях часто остаются нераспознанными (рис. 6.).

У 5,2% женщин были выявлены образования молочных желез воспалительной природы: кисты с признаками воспаления, абсцесс и гранулема инородного тела. Вне зависимости от причины, МР-семиотика этих образований характеризовалась наличием единичного полостного образования с нечетким контуром округлой формы (75%), с неоднородным содержимым, в большинстве случаев, окруженная воспалительным отеком (63%). Также отмечали кольцевидное накопление контрастного вещества

утолщенной стенкой (рис. 7). Четкость контуров, характер изменения структуры и контрастирования изменялись в зависимости от стадии воспалительного процесса в соответствии с проводимым лечением.

Хирургическому лечению были подвергнуты 57 из 77 женщин. При гистологическом исследовании препаратов молочной железы в 50 случаях был поставлен диагноз фиброаденомы, причем в 1 случае мы не исключали злокачественности процесса, основываясь на морфологических и динамических критериях. В 4 — образования воспалительной природы и 3 — локализованный фиброаденоматоз. Оставшимся 20 женщинам была выполнена трепан-биопсия образования и подтвержден доброкачественный процесс, из них 17 находятся под динамическим наблюдением в течение 3 лет.

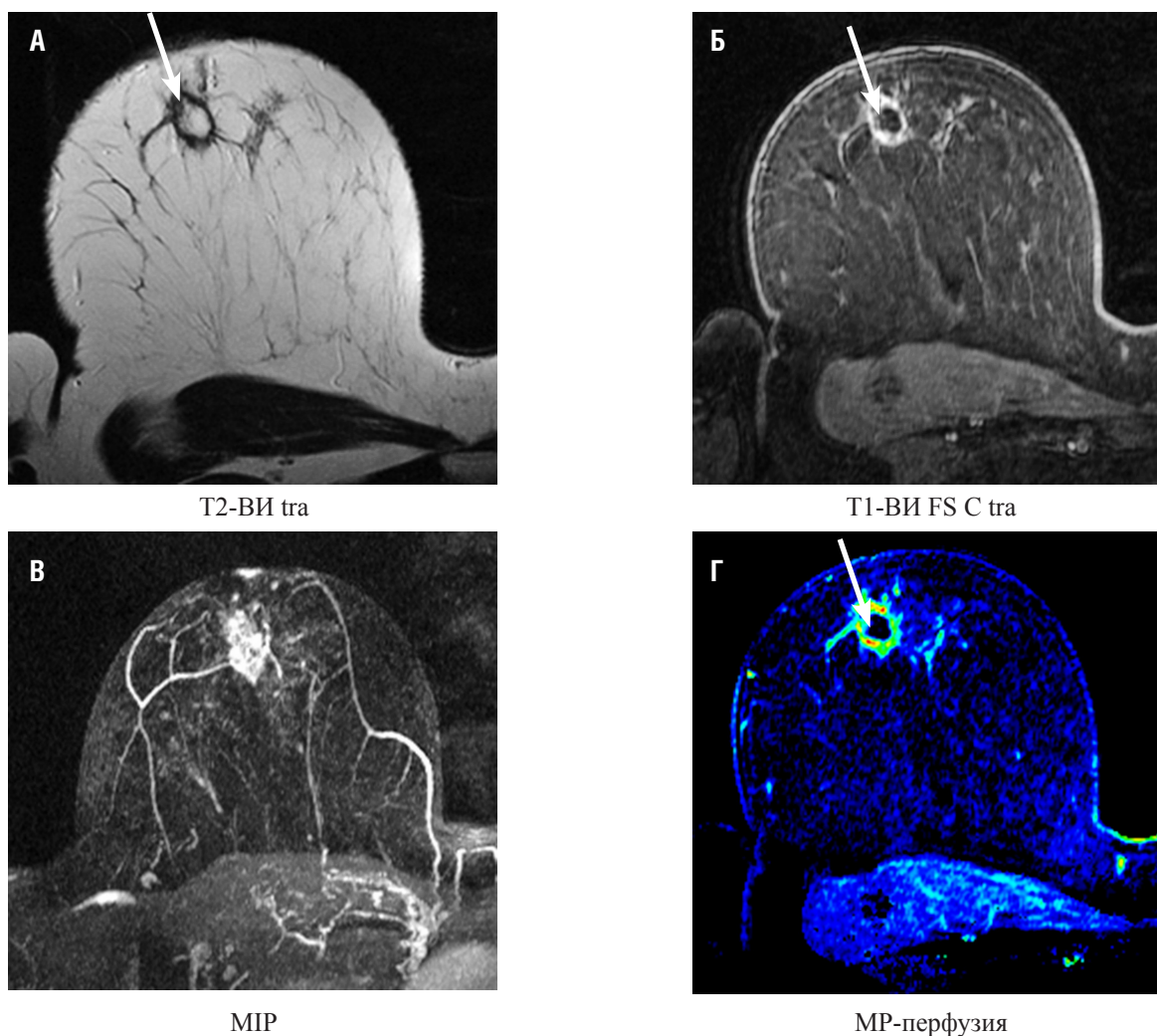


Рис. 7. Пациентка А., 49 лет. Олеогранулема после секторальной резекции по поводу фиброаденомы. На МР-маммограммах (А–Г), через один месяц после операции, в верхне-наружном квадранте железы имеется изоинтенсивный на Т2-ВИ участок неправильно округлой формы с четкими, неровными контурами, окруженный каймой гемосидерина и зоной рубцово-атрофических изменений. При динамическом контрастном усилении на Т1-ВИ определяется накопление контрастного вещества по капсуле данного участка (Б), характеризующееся интенсивным (98%), быстрым захватом контрастного вещества и медленным его выведением — II тип

Злокачественные образования молочных желез были выявлены у 93 женщин и характеризовались наличием узла с неровными лучистыми или прерывистыми контурами у 79 больных (85,9%), преобладанием радиального размера над продольным — 69 (75%), неоднородной внутренней структурой — 81 (87%). Отчетливо визуализировался отек ткани железы вокруг образования, за счет лимфангита у 80 женщин (86%), а также отек кожи — 43 (46,7%), подтягивание и деформация соска и большой грудной мышцы к опухоли — 25 (26,9%).

При динамическом контрастном усилении злокачественные опухоли характеризовались ранним усилением по периферии опухоли (синдром кольца) и отставанием контрастирования в центре опухоли (за счет центрального некроза) у 61 больных

(66,3%). Отмечалась неоднородная структура накопления контраста у 28 пациенток (30,4%), интенсивность МР-сигнала в большинстве случаев (57%) превышала 150% в течение 1 мин после введения контрастного вещества. При построении МIP-реконструкций определялось усиление сосудистой сети вокруг образований у всех обследуемых.

В наших наблюдениях 86,1% злокачественных опухолей было представлено инфильтративно-протоковым раком, 4,3% — инфильтративно-дольковым раком, неинфильтративно-протоковый, медуллярный и слизистый составили по 3,2%. Преимущественная локализация — верхне-наружный квадрант (40%). Наибольшие сложности в диагностике вызывает выявление образований на фоне хорошо развитой железистой ткани (рис. 8).

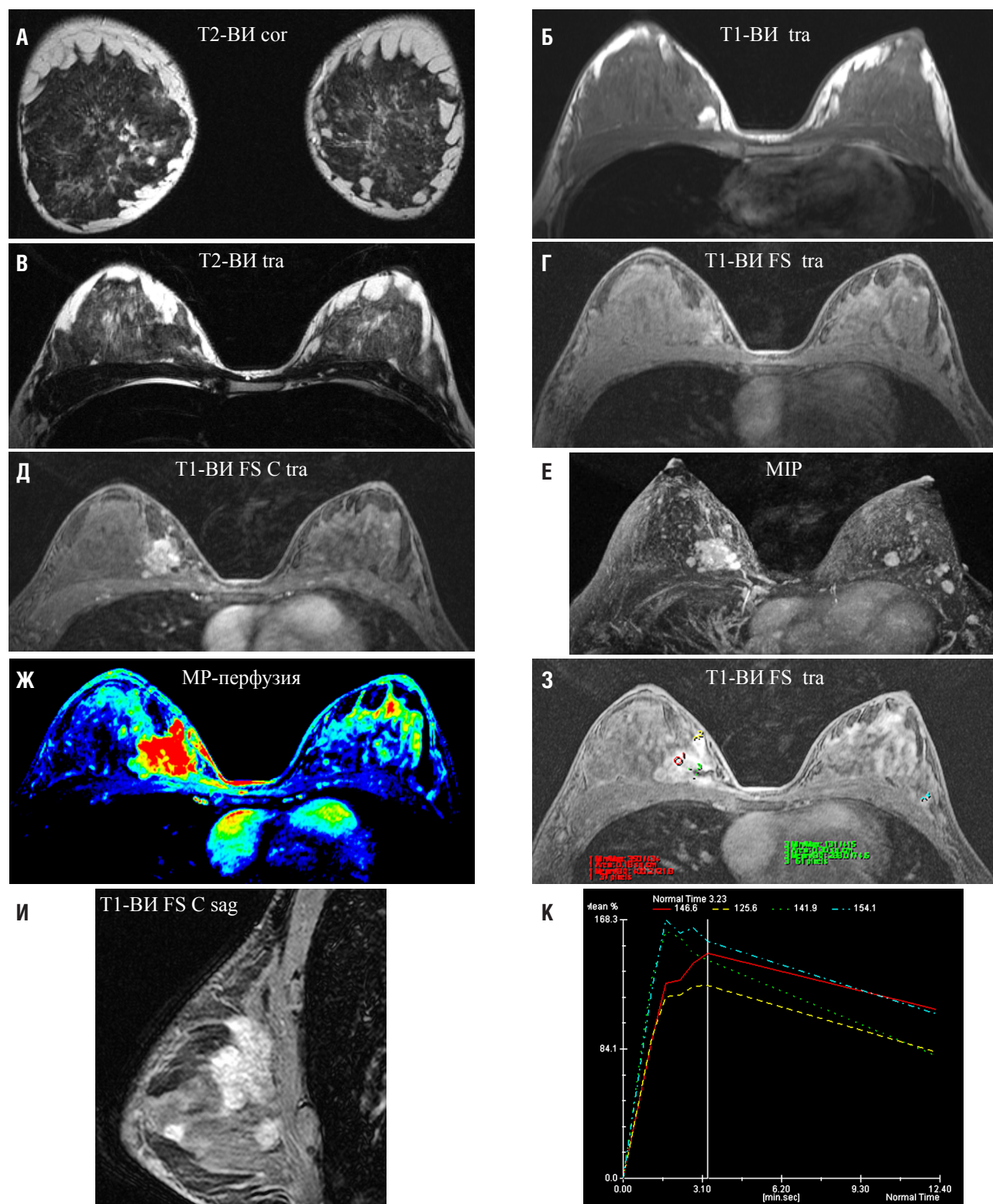


Рис. 8. Больная В., 36 лет. Мультицентрично-мультифокальный инфильтрирующий протоковый рак правой молочной железы на фоне хорошо развитой железистой ткани. На МР-маммограммах в структуре железистой ткни определяется округлый участок без четких контуров, неоднородной структуры, гипоинтенсивного МР-сигнала на T1-ВИ и T2-ВИ (А–Г). При динамическом контрастном усилении определяется интенсивное его накопление патологическим образованием правой железы, а также очагами отсева в левой железе и увеличенным лимфатическим узлом до 156%, скорость захвата и выведения высокие (Д-И, К — график). На МIP реконструкции более чётко определяются размеры, контуры и неоднородная структура опухоли (Е)

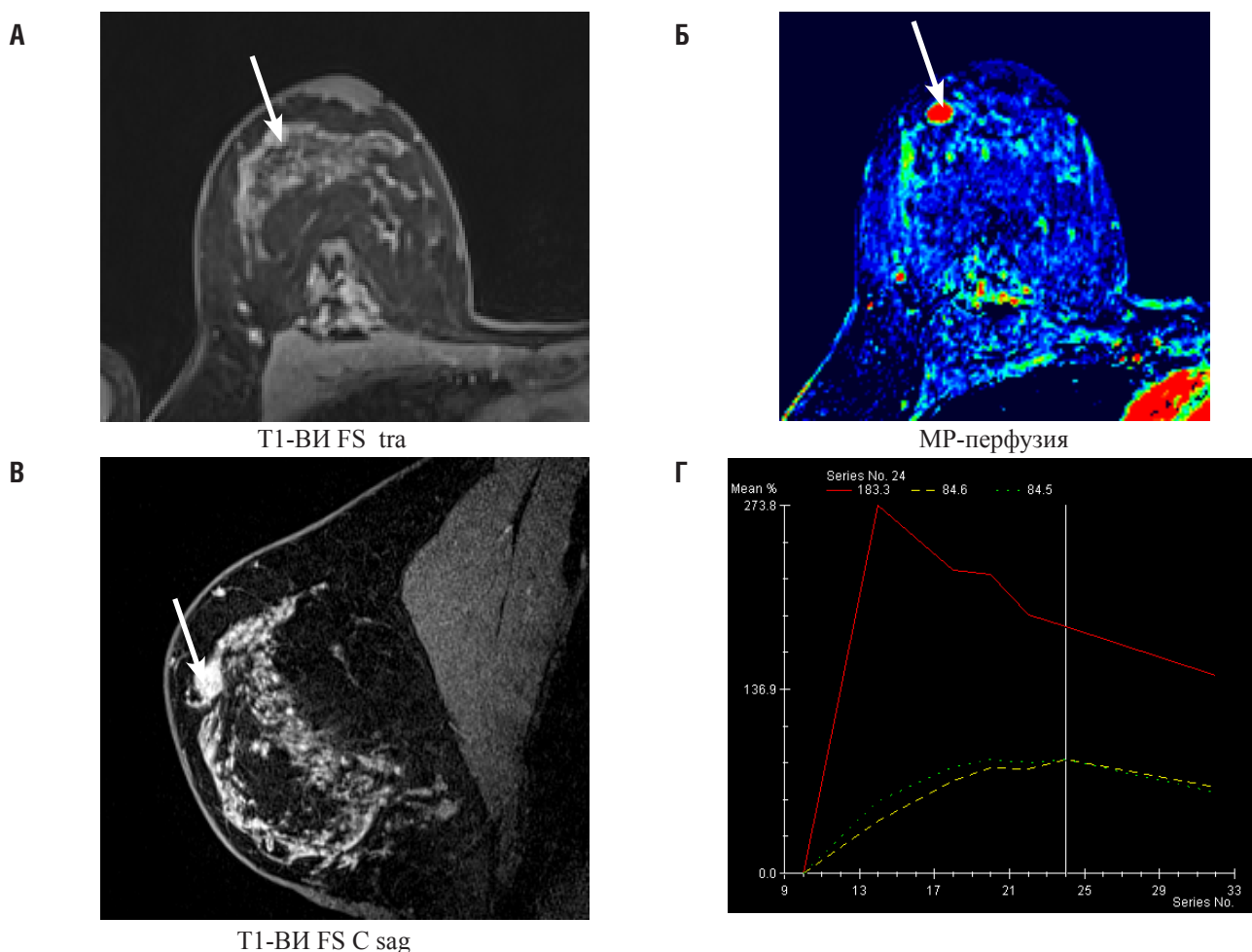


Рис. 9. Пациентка Ш., 54 года. Инфильтративно-протоковый рак *in situ* правой молочной железы. На МР-маммограммах определяется овальной формы опухоль с четкими, ровными контурами, размерами 8×9×5 мм, однородной структуры, гипointенсивного МР-сигнала на Т1-ВИ (А). При динамическом контрастном усилении определяется равномерное повышение сигнала от образования (Б, В), которое характеризуется постепенным захватом контрастного вещества максимально до 86% и долгим его удержанием (Г — график)

При построении кривых «интенсивность сигнала — время» злокачественные узловые образования молочных желез характеризовались преимущественно III типом — кривая вымывания с выраженным максимумом и быстрым снижением амплитуды МР-сигнала (74,2%), реже II накопления (26,8%).

Злокачественные образования с минимальным размером опухоли 5 мм были выявлены у 7 обследуемых, в 3 наблюдениях определялся рак *in situ* (рис. 9), мультицентричность — 8 женщин (рис. 10), билатеральная форма — 9 женщин (рис. 11).

Таким образом, критериями дифференциальной диагностики образований молочной железы являются:

- оценка формы и контуров;
- морфологические критерии накопления контрастного вещества (диффузное, линейное, очаговое, гомогенное);

- динамические критерии накопления контрастного вещества (степень изменения интенсивности сигнала, тип кривой-накопления, характер контрастирования, наличие питающего сосуда, изменение сосудистой сети вокруг образования);
- наличие деформации кожи и большой грудной мышцы, лимфангита, лимфаденопатии (рис. 12). Максимальное повышение интенсивности сигнала от доброкачественных образований при динамическом контрастном усилении чаще отмечалось в диапазоне 25–75%, и пик приходился на конец исследования, а при злокачественных образованиях — от 125 до 300%, пик был в первые минуты. За 0% принималась интенсивность сигнала от ткани до контрастного усиления.

При исследовании, когда производится качественная оценка показателя — отклика на двух уровнях, а именно, доброкачественное узловое образование (код

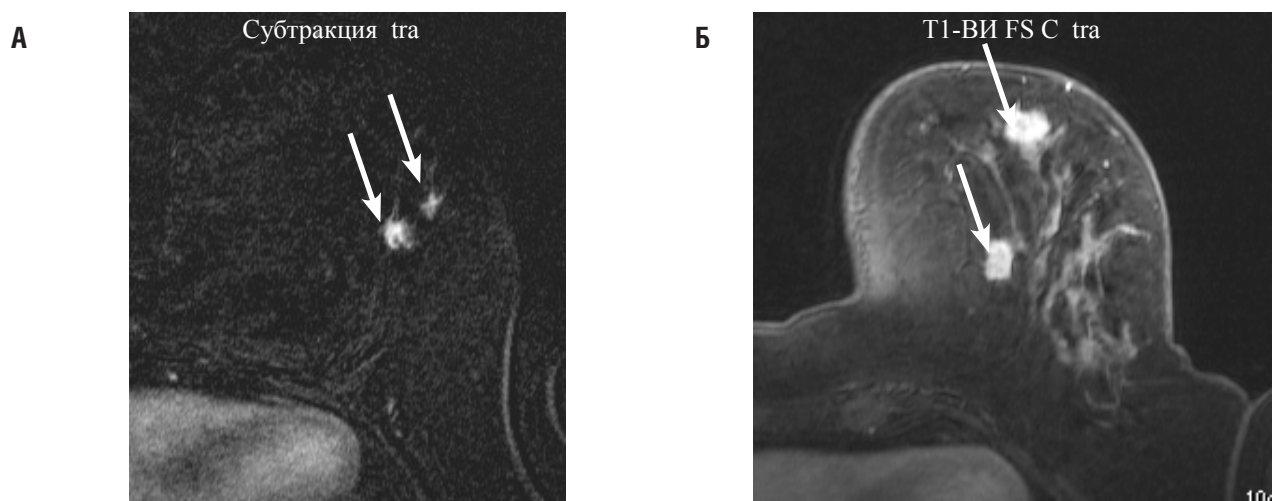


Рис. 10. Мультицентричное поражение молочной железы. Указано стрелками

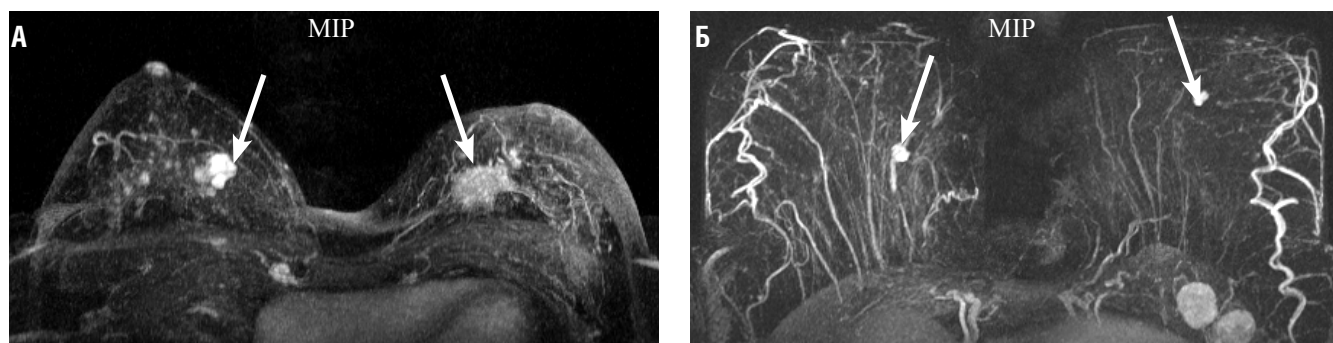


Рис. 11. Магнитно-резонансные маммограммы больных с билатеральной формой рака (стрелки)

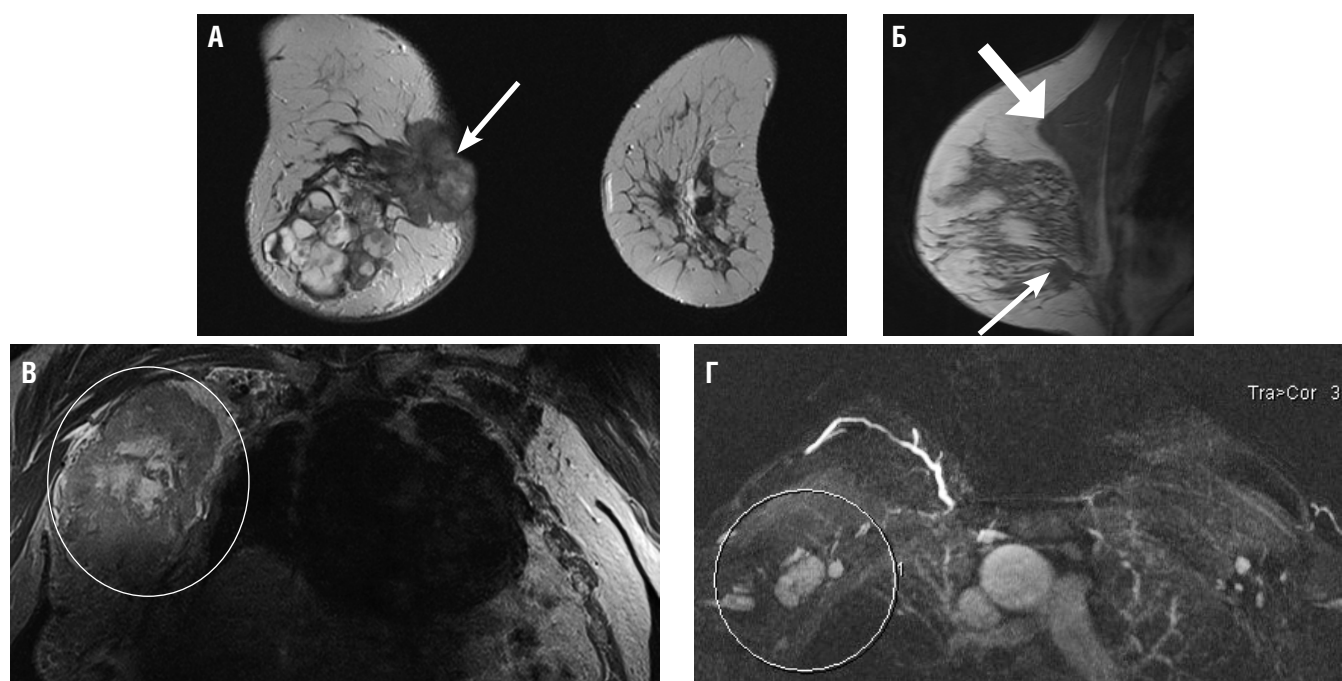


Рис. 12. МР-семиотика рака молочной железы. На МР-маммограммах определяется рак молочной железы. Деформация контура кожи (А, стрелка) и большой грудной мышцы (Б, толстая стрелка). Структура центральных отделов железы четко не дифференцируется из-за имеющегося отека за счет лимфангита (Б, стрелка). Лимфоаденопатия (В, Г, обведены)

Таблица 2

Признаки, включенные в логистическую регрессионную модель

Наименование и градация признака	Код	Коэффициенты модели	Уровень значимости, р
Нарушение внутренней архитектоники железы за счет образования: 0 — нет 1 — да	X1	2,929	0,0145
Тип кривой «интенсивность сигнала — время»: 1 — тип I 2 — тип II 3 — тип III	X2	2,359	0,0202
Интенсивное центростремительное накопление парамагнитного контрастного вещества: 0 — нет 1 — да	X3	4,755	0,0007
Константа		-7,586	0,0002

0) и злокачественное узловое образование (код 1), для построения модели вероятности дифференцируемого варианта диагноза эффективно применение метода логистической регрессии. Преимущественно дихотомический характер предиктных признаков также явился веским аргументом при выборе математико-статистического метода моделирования вероятности в пользу логистического регрессионного анализа.

В целях отбора группы наиболее информативных признаков, включаемых в конечную модель, оценена информативность каждого из них в однофакторном анализе, проведена их экспертная оценка, опробован ряд моделей с различным набором признаков. Получена статистически достоверная (χ -квадрат=203,9; $df=3$; $p<0,00001$) логистическая регрессионная модель. Признаки, включенные в нее, их градации и коэффициенты приведены в таблице 2.

Окончательная модель вероятности злокачественного характера опухоли молочной железы имеет вид:

$$\hat{y} = \exp(-7,586 + X1 \times 2,929 + X2 \times 2,359 + X3 \times 4,755) / (1 + \exp(-7,586 + X1 \times 2,929 + X2 \times 2,359 + X3 \times 4,755))$$

Подставляя в уравнение значения признаков, выявленных у конкретной обследуемой, рассчитывается \hat{y} — вероятность злокачественного характера опухоли молочной железы по данным МР-маммографии с динамическим контрастным усилением. Если рассчитанное значение вероятности $\hat{y} \geq 0,5$, то данную опухоль необходимо отнести к злокачественным. Если же рассчитанное значение $\hat{y} < 0,5$, опухоль целесообразно отнести к доброкачественным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диагностическая эффективность полученной модели по результатам нашего исследования составила 96,5%, что подтверждает возможность качественной дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных образований по результатам МР-маммографии с динамическим контрастным усилением. Высокая чувствительность (98,9%) в сочетании с приемлемой специфичностью (93,5%) модели свидетельствуют об эффективно разработанной магнитно-резонансно-томографической семиотике доброкачественных и злокачественных узловых образований молочных желез, а также высокой информативности выделенных магнитно-резонансно-томографических симптомов.

Следовательно, МР-маммография с динамическим контрастным усилением с последующей постпроцессорной обработкой позволяет достоверно выявлять патологические образования молочных желез, давать полную их характеристику, оценивать «степень» васкуляризации, что позволяет провести дифференциальную диагностику между доброкачественными и злокачественными образованиями. Иными словами, из дополнительного метода в маммологии превращается в один из самых информативных.

Следует обратить внимание, что применение данного метода позволяет идентифицировать клинически скрытые инвазивные и неинвазивные карциномы молочной железы, не определяемые с помощью маммографии, определять более точно стадию ракового процесса и тем самым правильно планировать лечение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдов М. И. Практическая маммология. М.: Практическая медицина; 2007.
2. Семглазов В. Ф. Скрининг рака молочной железы. В кн.: Материалы VIII Рос. онкологич. конгресса. М.; 2004: 101–105.
3. Thurffjell E. Mammography screening methods and diagnostic results. Acta Radiol. Suppl. 1995; 395: 1–22.
4. Morris E. A. Screening for breast cancer with MRI. Semin. Ultrasound CT MR. 2003; 24 (1): 45–54.
5. Иванова Л. И. Возможности комплексного ультразвукового исследования в дифференциальной лучевой диагностике образований молочных желез. Автореф. дис... канд. мед. наук. СПб; 2007.
6. Chao T. C., Lo Y. F., Chen S. C. Color Doppler ultrasound and malignant breast tumors. Breast Cancer Res Treat. 1999; 57 (2): 193–202.
7. Deurloo E. E. et al. Contrast-enhanced MRI in breast cancer patients eligible for breast-conserving therapy: complementary value for subgroups of patients. Eur. Radiol. 2006; 16: 692–701.
8. Харченко В. П. Клиническая маммология: тематический сборник. М.; 2005.

9. Труфанов Г.Е. Лучевая диагностика заболеваний молочных желез: Руководство для врачей. СПб.: ЭЛБИ-СПб; 2006.
10. Хайленко В.А. Диагностика рака молочной железы. М.: МИА; 2005.
11. Маряшева Ю.А. и др. Современные аспекты магнитно-резонансной маммографии. Медицинская визуализация. 2004; 6: 83–88.
12. Терновой С.К. Магнитно-резонансная томография с применением парамагнитных контрастных средств в диагностике заболеваний молочных желез. Клиническое применение магнитно-резонансной томографии с контрастным усилением. Опыт использования парамагнитного средства «Магневист». М.: Видар; 1996.
13. Kuhl C.K. et al. Dynamic breast MRI imaging: are signal intensity time course data useful for differential diagnosis of enhancing lesions. *Radiology*. 1999; 211: 101–110.
14. Ринк П.А. Магнитный резонанс в медицине. В кн.: Основной учебник Европейского форума по магнитному резонансу. М.: ГЭОТАР-МЕД; 2003: 191–198.
15. Kuhl C.K. et al. Breast MR screening in women proved or suspected to be carriers of a breast cancer susceptibility gene: preliminary results. *Radiology*. 2000; 215: 267–276.
16. Назаренко Г.И., Юрескул И.В., Богданова Е.Г. Современная диагностика заболеваний молочных желез с использованием передовых медицинских технологий. Медицинская визуализация. 2003; 1: 54–61.
17. Ikeda O. et al. Characterization of breast masses by dynamic enhancer MR imaging. A logistic regression analysis. *Acta Radiol*. 1999; 40: 585–592.
18. Folkman J. Tumor angiogenesis. *Adv. Cancer Res.* 1985; 43: 175–200.
19. Дмитриев В.Н., Худякова Т.Г., Гишинский В.И. Современные возможности диагностики и лечения непальпируемого рака молочной железы. *Акт. вопр. совр. хирургии*. СПб., 2000. С. 83–84.
20. Лetyagin В.П. ред. Первичные опухоли молочной железы. М.; 2004.
21. Кушлинский Н.Е. ред. Рак молочной железы. М.: Издательство РАМН; 2005.
22. Рожкова Н.И. Молочная железа. В кн.: Путеводитель по диагностическим изображениям. М.; 2001: 143–179.
- razovaniy molochnykh zhelez. [Possibilities of complex ultrasonography in differential radiodiagnosis of formations of mammary glands]. PhD-thesis. SPb; 2007. (in Russian).
6. Chao T.C., Lo Y.F., Chen S.C. Color Doppler ultrasound and malignant breast tumors. *Breast Cancer Res Treat*. 1999; 57 (2): 193–202.
7. Deurloo E.E. et al. Contrast-enhanced MRI in breast cancer patients eligible for breast-conserving therapy: complementary value for subgroups of patients. *Eur. Radiol*. 2006; 16: 692–701.
8. Kharchenko V.P. *Klinicheskaya mammologiya: tematicheskii sbornik*. M.; 2005.
9. Trufanov G.E. *Luchevaya diagnostika zabolevaniy molochnykh zhelez: Rukovodstvo dlya vrachey*. [Radiodiagnosis of diseases of mammary glands]. SPb.; 2006. (in Russian).
10. Khaylenko V.A. *Diagnostika raka molochnoy zhelezy*. [Diagnosis of a breast cancer]. M.: MIA; 2005. (in Russian).
11. Maryasheva Yu.A. i dr. *Sovremennye aspekty magnitno-rezonansnoy mammografii*. [Modern aspects of magnetic and resonant mammography]. *Meditinskaya vizualizatsiya*. 2004; 6: 83–88. (in Russian).
12. Ternovoy S.K. *Magnitno-rezonansnaya tomografiya s primeneniem paramagnitnykh kontrastnykh sredstv v diagnostike zabolevaniy molochnykh zhelez*. *Klinicheskoe primeneniye magnitno-rezonansnoy tomografii s kontrastnym usileniye*. *Opyt ispol'zovaniya paramagnitnogo sredstva «Magnevist»*. M.: Vidar; 1996. (in Russian).
13. Kuhl C.K. et al. Dynamic breast MRI imaging: are signal intensity time course data useful for differential diagnosis of enhancing lesions. *Radiology*. 1999; 211: 101–110.
14. Rink P.A. *Magnitnyy rezonans v meditsine*. V kn.: *Osnovnoy uchebnik Evropeyskogo foruma po magnitnomu rezonansu*. M.: GEOTAR-MED; 2003: 191–198. (in Russian).
15. Kuhl C.K. et al. Breast MR screening in women proved or suspected to be carriers of a breast cancer susceptibility gene: preliminary results. *Radiology*. 2000; 215: 267–276.
16. Nazarenko G.I., Yureskul I.V., Bogdanova E.G. *Sovremennaya diagnostika zabolevaniy molochnykh zhelez s ispol'zovaniem peredovykh meditsinskikh tekhnologiy*. *Meditinskaya vizualizatsiya*. 2003; 1: 54–61. (in Russian).
17. Ikeda O. et al. Characterization of breast masses by dynamic enhancer MR imaging. A logistic regression analysis. *Acta Radiol*. 1999; 40: 585–592.
18. Folkman J. Tumor angiogenesis. *Adv. Cancer Res.* 1985; 43: 175–200.
19. Dmitriev V.N., Khudyakova T.G., Gilinskiy V.I. *Sovremennye vozmozhnosti diagnostiki i lecheniya nepal'piruemogo raka molochnoy zhelezy*. *Akt. vopr. sov. khirurgii*. SPb., 2000. S. 83–84. (in Russian).
20. Letyagin V.P. red. *Pervichnye opukholi molochnoy zhelezy*. [Primary tumors of a mammary gland]. M.; 2004. (in Russian).
21. Kushlinskiy N.E. red. *Rak molochnoy zhelezy*. [Breast cancer]. M.: Izdatel'stvo RAMN; 2005. (in Russian).
22. Rozhkova N.I. *Molochnaya zheleza*. [Mammary gland]. In.: *Putevoditel' po diagnosticheskim izobrazheniyam*. M.; 2001: 143–179. (in Russian).

REFERENCES

1. Davydov M.I. *Prakticheskaya mammologiya*. [Practical mammology]. M.; 2007. (in Russian).
2. Semiglazov V.F. *Skrining raka molochnoy zhelezy*. [Screening of a breast cancer]. In.: *Materialy VIII Ros. onkologich. kongressa*. M.; 2004: 101–105. (in Russian).
3. Thurfjell E. Mammography screening methods and diagnostic results. *Acta Radiol. Suppl*. 1995; 395: 1–22.
4. Morris E.A. Screening for breast cancer with MRI. *Semin. Ultrasound CT MR*. 2003; 24 (1): 45–54.
5. Ivanova L.I. *Vozmozhnosti kompleksnogo ul'trazvukovogo issledovaniya v differentsial'noy luchevoy diagnostike ob-*

ПОРАЖЕНИЕ МИЕЛИНИЗИРОВАННЫХ ВОЛОКОН ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА: ВОЗМОЖНОСТИ ДИФфуЗИОННОЙ ТЕНЗОРНОЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТРАКТОГРАФИИ

© Александр Юрьевич Ефимцев¹, Владимир Александрович Фокин¹, Артем Геннадьевич Труфанов², Мирослав Михайлович Одинак², Игорь Вячеславович Литвиненко², Геннадий Евгеньевич Труфанов¹

¹ ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России. 197341, Россия, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.

² ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» МО РФ. 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6.

Контактная информация: Труфанов Геннадий Евгеньевич — д. м. н., проф., зав. научно-исследовательским отделом лучевой диагностики ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, e-mail: trufanovge@mail.ru

Резюме. Применение методики диффузионной тензорной магнитно-резонансной трактографии позволяет визуализировать проводящие пути головного мозга за счет оценки траектории движения молекул воды вдоль миелиновой оболочки аксонов проводящих путей. При этом количественным показателем целостности миелиновой оболочки является фракционная анизотропия. Всего было обследовано 25 пациентов с болезнью Паркинсона. Исследование проводили на высокопольном МР-томографе с индукцией магнитного поля 1,5 Тл. В результате проведения исследования установлено статистически достоверное снижение показателей фракционной анизотропии в переднем бедре внутренней капсулы, белом веществе лобных долей, мозолистом теле, полуовальном центре, мосту. Определена положительная корреляционная связь изменения показателей с клиническими симптомами и нарушением тех или иных функций.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография; МР-трактография; фракционная анизотропия; болезнь Паркинсона.

MAGNETIC RESONANCE IMAGING: MYELIN FIBER INVOLVEMENT IN PARKINSON DISEASE

© Alexander Yu. Efimtsev¹, Vladimir A. Fokin¹, Artem G. Trufanov², Miroslav M. Odinak², Igor V. Litvinenko², Gennady E. Trufanov¹

¹ «Northwestern Federal Medical Research Center named after V. A. Almazov» Russian Ministry of Health. Akkuratova street, 2, Saint-Petersburg, 197341, Russia.

² Russian Medicomilitary Academy. 6, Akademika Lebedeva St., St. Petersburg, 194044, Russia.

Contact Information: Trufanov Gennady E. – MD, PhD, professor, head of research department of radiology of «Northwestern Federal Medical Research Center n.a. V.A. Almazov», Russian Ministry of Health, e-mail: trufanovge@mail.ru

Abstract. Diffusion tensor imaging (DTI) is a relatively new noninvasive technique, which allows the detection and examination of the composition, integrity, and orientation of discrete white matter fiber bundles. It does so by quantifying the random motion of water molecules driven by Brownian motion. Fractional anisotropy (FA) is one of the most widely used indices of white matter integrity. Recently, DTI and tractography have been applied to the study of Parkinson disease and have demonstrated diffusion changes in gray and white matter tissue. There is general decreased FA in subcortical structures such as the amygdala, hippocampus, and thalamus. Recent work evaluating focal white matter regions and fiber tracts has shown reduced FA in multiple fiber tracts including pons, substantia nigra. Full diffusion tensor MR imaging was performed for this purpose in 25 patients with Parkinson disease. We acquired data on a 1.5T MR system. Regional analysis showed statistically significant decrease of fractional anisotropy in different areas of white matter, such as genu of internal capsule, corpus callosum, white matter of frontal lobes, pons. We correlated these changes with clinical symptoms and disconnection lesions. So we are able to tell that diffusion tensor magnetic resonance imaging may become one of the most important tools in researching Parkinson disease.

Key words: magnetic resonance tomography; diffusion tensor; tractography; fractional anisotropy; dementia; depression, Parkinson disease.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из современных методик высокопольной МРТ является методика диффузионно-тензорной визуализации (ДТВ), применение которой позволяет получить *in vivo* информацию о состоянии белого вещества мозга и связях между его структурами. Полученные при исследовании диффузионно-тензорные изображения (ДТИ) позволяют оценить диффузию молекул воды в биологических тканях. Основываясь на явлении диффузионной анизотропии, данная методика стала основной для изучения микроструктурных свойств белого вещества и геометрии волоконных трактов головного мозга [1, 7, 13].

С момента появления и развития этой методики ее значение в клинических исследованиях непрерывно растет. Проведены исследования, которые позволили выявить как глобальные изменения диффузии молекул воды в белом веществе головного мозга при различных заболеваниях (болезнь Альцгеймера, эпилепсия), так и локальные, в определенных трактах, например, при рассеянном склерозе [4, 6, 19] и даже психиатрических заболеваниях.

Новую перспективную методику, основанную на ДТВ, представляет собой трехмерная волоконная трактография, применение которой позволяет визуализировать пучки нервных волокон, соединяющие различные структуры головного мозга (рис. 1).

В клинической практике использование ДТ-трактографии позволяет более точно локализовать поражения функционально значимых проводящих

путей и улучшить качество диагностики многих врожденных и приобретенных заболеваний [6, 7, 14, 19, 21].

При обследовании пациентов с болезнью Паркинсона данная методика имеет перспективное значение, поскольку позволяет произвести не только визуальную, но и количественную оценку состояния проводящих путей путем измерения фракционной анизотропии, повышая тем самым степень объективности и достоверности получаемой диагностической информации [9, 15, 22].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение возможностей диффузионной тензорной МРТ и МР-трактографии в оценке изменений проводящих путей головного мозга с измерением фракционной анизотропии у больных с болезнью Паркинсона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Всего было обследовано 25 пациентов в возрасте от 35 до 73 лет. Контрольную группу составили 30 практически здоровых человек в возрасте от 27 до 74 лет.

ДТ-МРТ и МР-трактографию выполняли на магнитно-резонансном томографе «Siemens Magnetom Symphony» с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл, с использованием протоколов: DTI (diffusion tensor imaging) и Gradient Echo MPRage (табл. 1).

Перед использованием специальных методик всем больным была выполнена традиционная МРТ с получением T1-и T2-ВИ, с последующим прове-

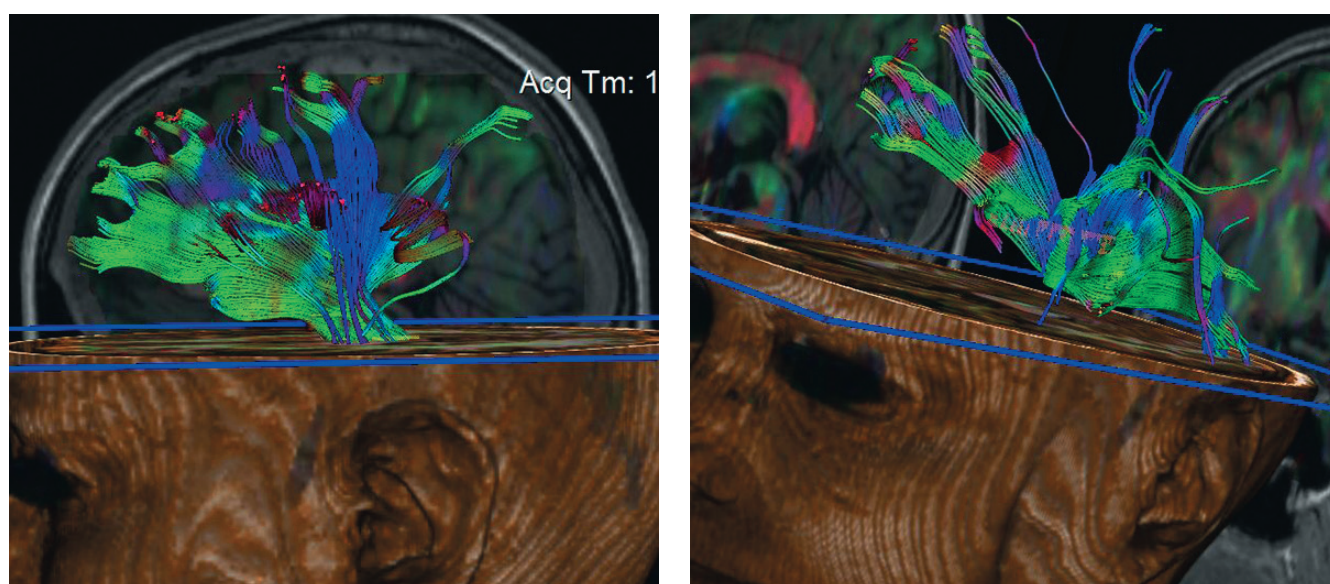


Рис. 1. Проводящие пути головного мозга — МР-трактография

Таблица 1

Параметры протоколов DTI и Grad Echo MPRage

Показатель	Gradient Echo MPRage	DTI
Количество срезов	160	23
FoV (поле обзора), мм	250	314
Толщина среза, мм	1,2	5,0
TR, мс	2000	5000
TE, мс	4,38	119
Разрешение матрицы, пкс	256×256	96×28
Размер вокселя, мм	—	1×1×5

TR — time repetition (время повторения);
TE — (time echo) время эхо.

дением ДТ-МРТ. Для нивелирования получения псевдоочаговых артефактов, на область основания черепа накладывали сатуратор, таким образом получая более качественный сигнал от ткани головного мозга.

Каждому пациенту проводили постпроцессинговую обработку полученных данных с помощью приложений FSL (Functional MRI Software System

Library) и Neuro 3D на стандартной рабочей станции. Постпроцессинговая обработка состояла из построения карт фракционной анизотропии (ФА), измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) диффузионного тензора (ДТ) и волоконной трактографии в режиме трехмерного синтеза (3D).

Статистический анализ данных выполняли в несколько этапов. С применением программы FSL проводили подготовительную постпроцессинговую обработку полученных диффузионно-тензорных изображений каждого пациента отдельно:

- виртуальное устранение артефактов и внемозговых структур,
- нормализация,
- приведение к единому стандартизованному пространству, создание маски (скелета) ФА (рис. 2).

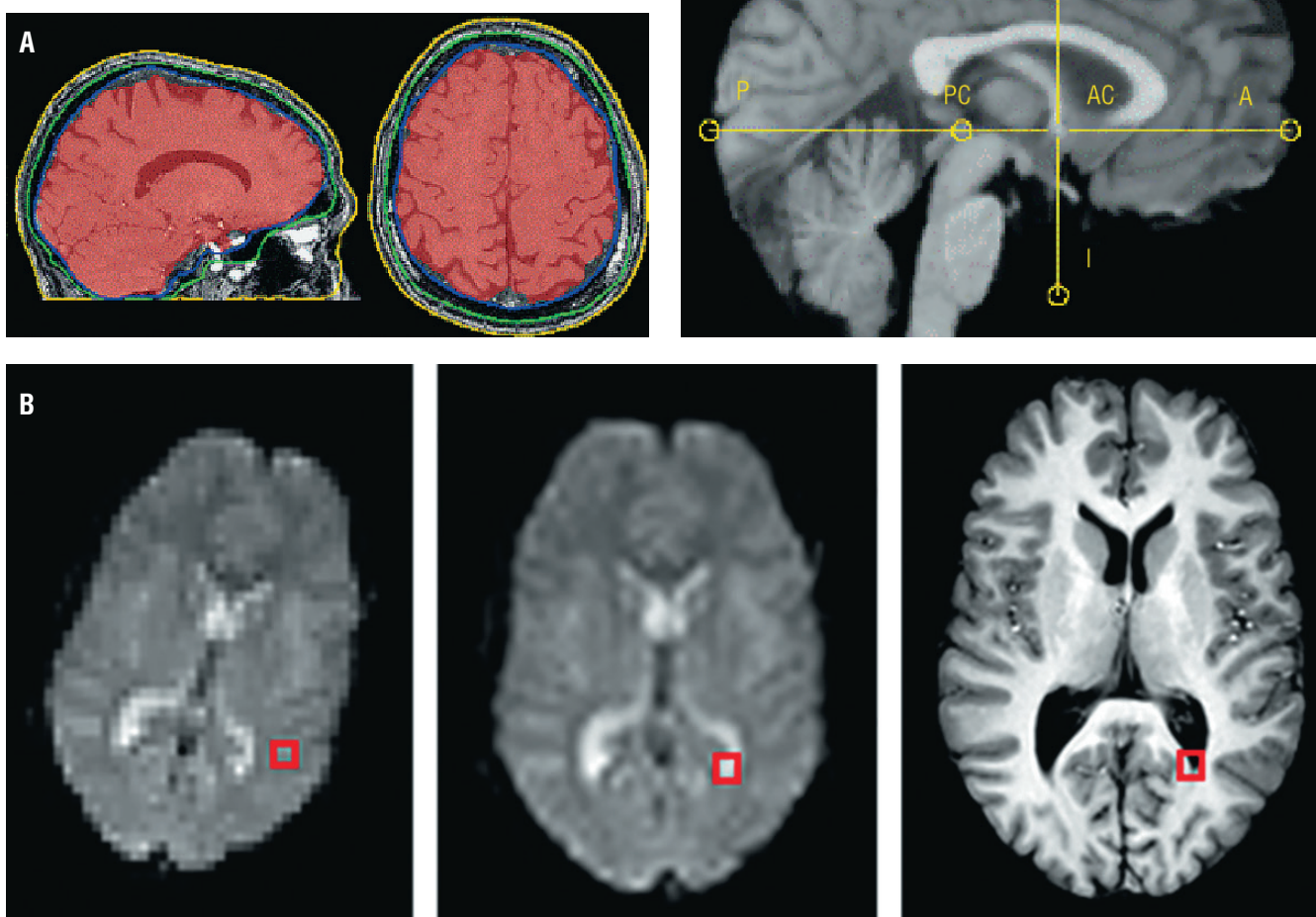


Рис. 2. Иллюстрация этапов подготовительной обработки изображений в программе FSL: Сегментация мозга, удаление внемозговых структур (А), коррекция, выравнивание по координатам (Б), приведение к единому стандартизованному пространству (В)

В последующем усредняли все обработанные изображения с помощью приложения к программе (TBSS — tract based spatial statistic — тензорная пространственная статистика). Конечным этапом стало выполнение повоксельного анализа для сравнения двух групп — группы А (больные) и группы Б (контрольная группа).

У больных разных подгрупп проводили измерение коэффициента ФА (пациенты с выраженными когнитивными расстройствами и без них) в зонах статистически достоверных различий, по данным программы FSL, включая базальные ядра. Все измерения производили поочередно у каждого пациента, после постпроцессинга в приложении Neuro 3D, с выделением и коррекцией зон интереса «вручную». Во всех случаях зоны интереса выбирали симметрично, билатерально [10, 11, 15, 20].

Поскольку исследуемые группы не соответствовали закону нормального распределения, для определения разницы между ними по продолжительности заболевания, количеству и частоте приступов, был использован U-тест с критерием Манна-Уитни. Далее вычисляли усредненное значение со стандартным квадратическим отклонением для значений фракционной анизотропии, полученных при измерении в интересующих зонах. Выполнена статистическая обработка полученных значений и сопоставление их у каждой из подгрупп с группой контроля. При этом зоны интереса для измерения у лиц группы контроля выбирались в соответствии с таковыми у групп пациентов. В каждой группе было отдельно посчитано среднее значение и стандартное отклонение показателей ФА по каждой зоне.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С использованием «полуавтоматического» метода обработки данных FSL при сравнительном анализе основной группы пациентов (25 человек) и группы контроля (30 человек) было выявлено статистически значимое ($p < 0,04$) снижение фракционной анизотропии в следующих зонах:

- переднее бедро внутренней капсулы,
- белое вещество лобных долей,
- мозолистое тело,
- полуовальный центр, мост (рис. 3).

Таким образом, в основной группе пациентов с болезнью Паркинсона снижение фракционной анизотропии имелось в ассоциативных и проекционных трактах, тогда как в чувствительных проводящих путях статистически значимых изменений выявлено не было.

Для выявления различий между подгруппами пациентов с когнитивными нарушениями и без когнитивных нарушений был проведен сравнительный анализ с применением программного пакета статистической обработки данных FSL. Выявлены различия в виде снижения фракционной анизотропии в белом веществе лобных долей, в проекции мозолистого тела, а также базальных ядер (таламус, черная субстанция). При измерении коэффициента фракционной анизотропии в указанных зонах у пациентов с когнитивными нарушениями снижение его выражено больше, чем у таковых без нарушения когнитивных функций (рис. 4). Таким образом, нужно учесть, что снижение коэффициента фракционной анизотропии в основной группе больных с болезнью Паркинсона может быть обусловлено преобладанием пациентов с когнитивными нарушениями.

При сопоставлении этих же подгрупп с группой контроля, более выраженное снижение фракционной анизотропии было выявлено в лобных долях, мозолистом теле, зрительной лучистости, таламусах — билатерально в медиадорзальных отделах у пациентов с когнитивными нарушениями и менее выраженное у больных без когнитивных нарушений с относительно недавним началом заболевания.

Результаты измерения коэффициента фракционной анизотропии в зонах интереса (по данным FSL) представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты измерения коэффициента фракционной анизотропии в зонах интереса у пациентов с болезнью Паркинсона

Отдел мозга	Группа контроля	БП (основная группа)	БП (когн.)	БП (некогн.)
Таламус	0,312±0,021	0,293±0,031	0,266±0,037	0,296±0,043
Мозолистое тело	0,788±0,021	0,658±0,073	0,664±0,032	0,712±0,023
Белое вещество лобных долей	0,456±0,052	0,401±0,047	0,352±0,040	0,429±0,047
Полуовальный центр	0,476±0,050	0,387±0,070	0,360±0,066	0,428±0,061
Переднее бедро внутренней капсулы	0,684±0,025	0,649±0,053	0,628±0,067	0,675±0,057
Варолиев мост	0,451±0,038	0,431±0,029	0,419±0,047	0,432±0,035
Черная субстанция	0,684±0,025	0,647±0,031	0,641±0,036	0,651±0,048

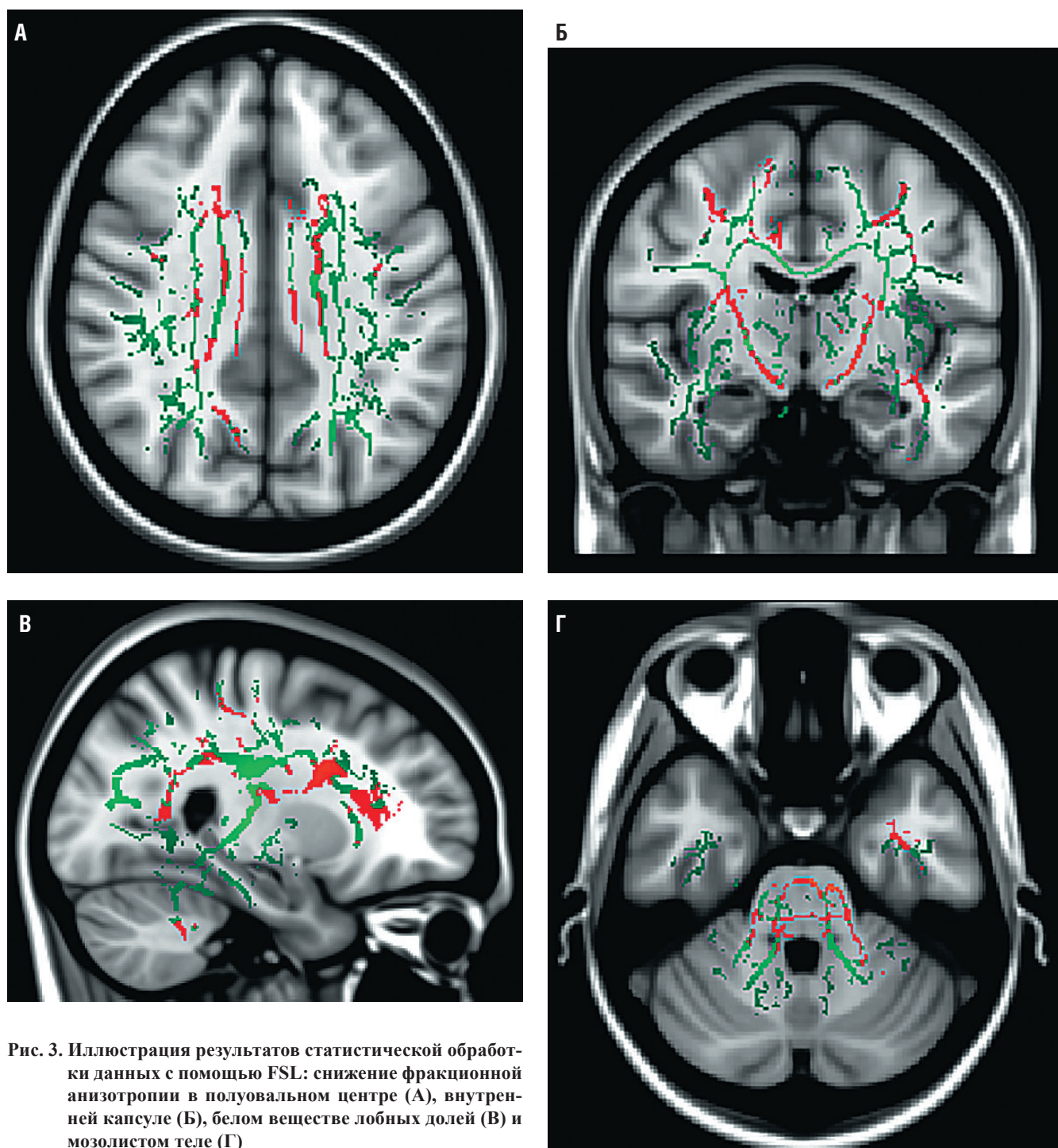


Рис. 3. Иллюстрация результатов статистической обработки данных с помощью FSL: снижение фракционной анизотропии в полуовальном центре (А), внутренней капсуле (Б), белом веществе лобных долей (В) и мозолистом теле (Г)

При рассмотрении клинических особенностей двух подгрупп было установлено, что у пациентов с когнитивными нарушениями отмечались более выраженные немоторные проявления (табл. 3).

Из представленных таблиц следует, что наиболее выраженные изменения белого вещества на микроструктурном уровне имелись у пациентов

с когнитивными расстройствами. При этом они соответствовали более старшему возрасту, большей длительности течения заболевания и большей степени тяжести по шкале Хен и Яра. Также при оценке немоторных нарушений у этих пациентов были выявлены худшие результаты по шкале MMSE ($p < 0,05$) и батарее лобной дисфункции ($p < 0,001$).

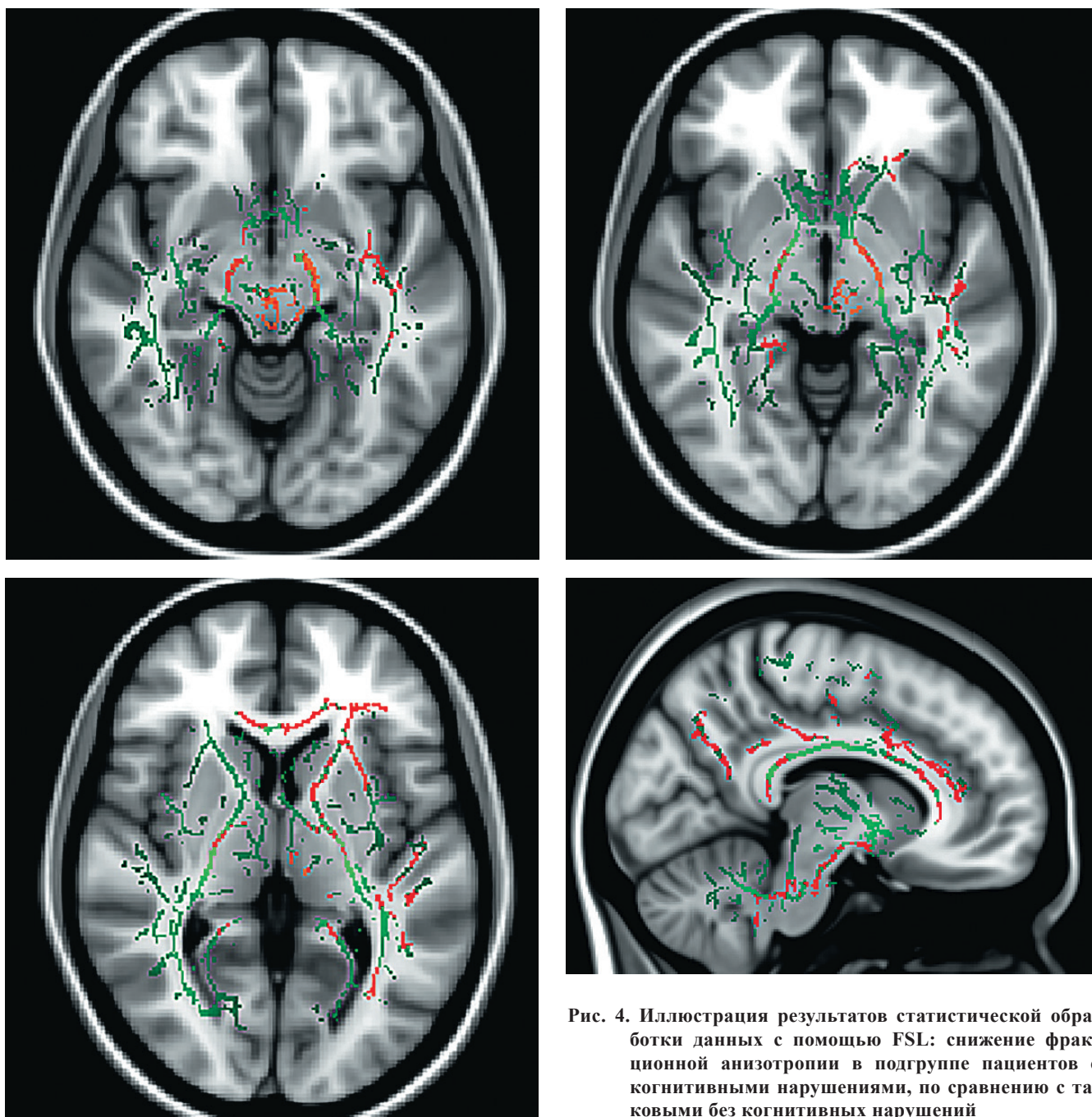


Рис. 4. Иллюстрация результатов статистической обработки данных с помощью FSL: снижение фракционной анизотропии в подгруппе пациентов с когнитивными нарушениями, по сравнению с таковыми без когнитивных нарушений

Отдельно были проанализированы данные пациентов с наличием и отсутствием депрессивных расстройств. Количество исследуемых в первой подгруппе составило 6 человек, во второй — 12 человек. Несмотря на то, что выраженность эмоциональных нарушений по шкале депрессии Бэка оказалась статистически незначимой между этими подгруппами, в результате обработки данных с использованием «полуавтоматического метода» FSL, получили снижение коэффициента фракционной анизотропии ($p < 0,005$) в области заднемедиальных

отделов таламуса (до $234 \pm 0,047$, по сравнению с $0,265 \pm 0,049$ у пациентов без депрессии). При этом у 4 пациентов отмечалась «латерализация» показателя фракционной анизотропии со снижением его значения в таламусе (слева снижена больше, чем справа).

При сравнении значений коэффициентов фракционной анизотропии, полученных при измерении в контралатеральных зонах разных полушарий у одних и тех же пациентов, статистически значимых различий между ними выявлено не было.

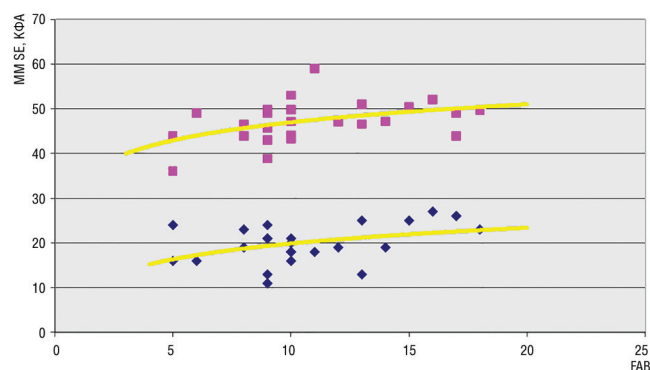


Рис. 5. Иллюстрация корреляционной связи между степенью снижения коэффициента фракционной анизотропии (относительные единицы) и стадией заболевания по Хен и Яру, тяжестью немоторных и эмоциональных нарушений, оцененными с помощью шкал (MMSE, FAB, Маттиса). По оси X степень неврологического дефицита, выраженная в оценке по шкале FAB. По оси Y величины показателей фракционной анизотропии (красным) и оценок по шкале MMSE (синим). Прослеживается прямопропорциональная зависимость между данными оценки степени выраженности клинических проявлений и показателя фракционной анизотропии

Графическое представление корреляционной связи между изменением коэффициента фракционной анизотропии и стадией заболевания по Хен и Яру, тяжестью немоторных и эмоциональных нарушений, оцененными с помощью шкал (MMSE, FAB, Маттиса) показано на рисунке 5.

ВЫВОДЫ

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать вывод о наличии значимой положительной корреляционной связи между выраженностью снижения коэффициента фракционной анизотропии и клиническими проявлениями заболевания — в частности, возрастом и наличием когнитивных расстройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яхно Н. Н. Когнитивные расстройства в неврологической клинике. *Невролог. журн.* 2006; 11 (прил. 1): 4–13.
2. Литвиненко И. В. *Болезнь Паркинсона*. М.: Миклош; 2006.
3. Тютин Л. А., Поздняков А. В., Станжевский А. А., Литвиненко И. В. Роль протонной магнитно-резонансной спектроскопии в комплексной диагностике болезни Паркинсона. *Медицинская визуализация*. 2006; 4: 105–111.
4. Артемьев Д. В., Яхно Н. Н. Этиология и патогенез болезни Паркинсона. *Русский медицинский журнал*. 2001; 1: 4–9.

Таблица 3

Сравнение показателей пациентов с болезнью Паркинсона при наличии когнитивных нарушений и без таковых

Оцениваемый показатель	С когнитивными нарушениями	Без когнитивных нарушений
Средний возраст	70,2±4,5	57,6±9,0
Длительность течения заболевания	12±3,0	6±2,0
Краткая шкала оценки психического статуса (MMSE)	24,6±3,0	29,0±1,3
Шкала лобной дисфункции (FAB)	11,5±2,3	17,0±1,1
Стадия по Хен и Яру	2,8±0,5	2,4±0,6

5. Литвиненко И. В. Дифференциальная диагностика болезни Паркинсона и синдромов паркинсонизма. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2003; 9 (1): 47–52.
6. Левин О. С., Федорова Н. В., Шток В. Н. Дифференциальная диагностика паркинсонизма. *Журнал неврологии и психиатрии*. 2003; 103 (2): 54–60.
7. Одинак М. М., Фокин В. А., Емелин А. Ю., Поздняков А. В. и др. Функциональная нейровизуализация в диагностике деменций. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2006; 15 (1): 101–110.
8. Труфанов Г. Е., Фокин В. А. ред. *Магнитно-резонансная томография: Руководство для врачей*. СПб.: Фолиант; 2007.
9. Шамрей В. К., Труфанов Г. Е., Абриталин Е. Ю., Корзнев А. В., Фокин В. А., Ефимцев А. Ю., Меньшикова С. В. Современные методы нейровизуализации в диагностике депрессивных расстройств. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2010; 29 (1): 37–45.
10. Nusbaum A.O., Tang C.Y., Buchsbaum M.S., Wei T.C., Atlas S.W. Regional and Global Changes in Cerebral Diffusion with Normal Aging. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2001; 22 (1): 136–142.
11. Catani M. Diffusion tensor magnetic resonance imaging tractography in cognitive disorders. *Curr Opin Neurol*. 2006; 19 (6): 599–606.
12. Jellinger K.A. The morphological basis of mental dysfunction in Parkinson's disease. *J Neurol Sci*. 2006; 248 (1–2): 167–172.
13. Mueller H.-P. et al. Diffusion tensor imaging and tractwise fractional anisotropy statistics: quantitative analysis in white matter pathology. *Biomed Eng Online*. 2007; 42 (6).
14. Ge Y. et al. Preferential occult injury of corpus callosum in multiple sclerosis measured by diffusion tensor imaging. *J Magn Reson Imaging*. 2004; 20 (1): 1–7.
15. Hesseltnie S. M. et al. Diffusion tensor imaging in multiple sclerosis: assessment of regional differences in the axial plane within normal-appearing cervical spinal cord. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2006; 27 (6): 1189–1193.
16. Burn D.J. Parkinson's disease dementia: what's in a Lewy body? *J Neural Transm Suppl*. 2006; 70: 361–365.

17. Jones D.K. Studying connections in the living human brain with diffusion MRI. *Cortex*. 2008; 44 (8): 936–952.
18. Lin F. et al. Diffusion Tensor Tractography based group mapping of the Pyramidal tract in relapsing-remitting multiple sclerosis patients. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2007; 28 (2): 278–282.
19. Karagulle Kendi A. T., Lehericy S., Luciana M., Ugurbil K., Tuite P. Altered Diffusion in the Frontal Lobe in Parkinson Disease. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008; 29 (3): 501–505.
20. Oouchia H. et al. Diffusion anisotropy measurement of brain white matter is affected by voxel size: underestimation occurs in areas with crossing fibers. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2007; 28 (6): 1102–1106.
21. Giannelli M. et al. Dependence of brain DTI maps of fractional anisotropy and mean diffusivity on the number of diffusion weighting directions. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*. 2010; 11 (1).
22. Sijens P. E. et al. Relationships between brain water content and diffusion tensor imaging parameters (apparent diffusion coefficient and fractional anisotropy) in multiple sclerosis. *Eur. Radiol*. 2006; 16 (4): 898–904.
9. Shamrey V.K., Trufanov G.E., Abritalin E. Yu., Korzenev A. V., Fokin V.A., Efimtsev A. Yu., Men'shikova S. V. *Sovremennye metody neyrovizualizatsii v diagnostike depressivnykh rasstroystv*. [Modern methods of neurovisualization in diagnostics of depressive frustration]. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-meditsinskoy akademii*. 2010; 29 (1): 37–45. (in Russian).
10. Nusbaum A.O., Tang C.Y., Buchsbaum M.S., Wei T.C., Atlas S.W. Regional and Global Changes in Cerebral Diffusion with Normal Aging. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2001; 22 (1): 136–142.
11. Catani M. Diffusion tensor magnetic resonance imaging tractography in cognitive disorders. *Curr Opin Neurol*. 2006; 19 (6): 599–606.
12. Jellinger K.A. The morphological basis of mental dysfunction in Parkinson's disease. *J Neurol Sci*. 2006; 248 (1–2): 167–172.
13. Mueller H.-P. et al. Diffusion tensor imaging and tractwise fractional anisotropy statistics: quantitative analysis in white matter pathology. *Biomed Eng Online*. 2007; 42 (6).
14. Ge Y. et al. Preferential occult injury of corpus callosum in multiple sclerosis measured by diffusion tensor imaging. *J Magn Reson Imaging*. 2004; 20 (1): 1–7.
15. Hesseltine S.M. et al. Diffusion tensor imaging in multiple sclerosis: assessment of regional differences in the axial plane within normal-appearing cervical spinal cord. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2006; 27 (6): 1189–1193.
16. Burn D.J. Parkinson's disease dementia: what's in a Lewy body? *J Neural Transm Suppl*. 2006; 70: 361–365.
17. Jones D.K. Studying connections in the living human brain with diffusion MRI. *Cortex*. 2008; 44 (8): 936–952.
18. Lin F. et al. Diffusion Tensor Tractography based group mapping of the Pyramidal tract in relapsing-remitting multiple sclerosis patients. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2007; 28 (2): 278–282.
19. Karagulle Kendi A. T., Lehericy S., Luciana M., Ugurbil K., Tuite P. Altered Diffusion in the Frontal Lobe in Parkinson Disease. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008; 29 (3): 501–505.
20. Oouchia H. et al. Diffusion anisotropy measurement of brain white matter is affected by voxel size: underestimation occurs in areas with crossing fibers. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2007; 28 (6): 1102–1106.
21. Giannelli M. et al. Dependence of brain DTI maps of fractional anisotropy and mean diffusivity on the number of diffusion weighting directions. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*. 2010; 11 (1).
22. Sijens P. E. et al. Relationships between brain water content and diffusion tensor imaging parameters (apparent diffusion coefficient and fractional anisotropy) in multiple sclerosis. *Eur. Radiol*. 2006; 16 (4): 898–904.

REFERENCES

1. Yakhno N.N. Kognitivnye rasstroystva v nevrologicheskoy klinike. [Cognitive frustration in neurologic clinic]. *Nevrolog. zhurn*. 2006; 11 (pril. 1): 4–13. (in Russian).
2. Litvinenko I. V. *Bolezn' Parkinsona*. [Parkinson's disease]. M.: Miklosh; 2006. (in Russian).
3. Tyutin L. A., Pozdnyakov A. V., Stanzhevskiy A. A., Litvinenko I. V. Rol' protonnoy magnitno-rezonansnoy spektroskopii v kompleksnoy diagnostike bolezni Parkinsona. [Role of a proton magnetic and resonant spektroskopiiya in complex diagnosis of a disease of Parkinson]. *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2006; 4: 105–111. (in Russian).
4. Artem'ev D.V., Yakhno N.N. Etiologiya i patogenez bolezni Parkinsona. [Etiology and pathogenesis of Parkinson's disease]. *Russkiy meditsinskiy zhurnal*. 2001; 1: 4–9. (in Russian).
5. Litvinenko I. V. Differentsial'naya diagnostika bolezni Parkinsona i sindromov parkinsonizma. [Differential diagnosis of Parkinson's disease and syndromes of parkinsonism]. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-meditsinskoy akademii*. 2003; 9 (1): 47–52. (in Russian).
6. Levin O.S., Fedorova N.V., Shtok V.N. Differentsial'naya diagnostika parkinsonizma. [Differential diagnosis of parkinsonism]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii*. 2003; 103 (2): 54–60. (in Russian).
7. Odinak M. M., Fokin V.A., Emelin A. Yu., Pozdnyakov A. V. i dr. Funktsional'naya neyrovizualizatsiya v diagnostike dementsiy. [Functional neurovisualization in diagnosis of dementias]. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-meditsinskoy akademii*. 2006; 15 (1): 101–110. (in Russian).
8. Trufanov G.E., Fokin V.A. ed. *Magnitno-rezonansnaya tomografiya: Rukovodstvo dlya vrachey*. [Magnetic and reso-

СОВМЕЩЕННАЯ ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ХАРАКТЕРИСТИКЕ РЕЦИДИВОВ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ И БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ

© Геннадий Евгеньевич Труфанов¹, Игорь Валерьевич Бойков², Владимир Викторович Рязанов³

¹ ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России. 197341, Россия, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.

² ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» МО РФ. 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6.

³ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России. 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

Контактная информация: Труфанов Геннадий Евгеньевич — д. м. н., проф., зав. научно-исследовательским отделом лучевой диагностики ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, e-mail: trufanovge@mail.ru

Резюме. Всего обследовано 494 больных с наличием рецидивов после комбинированного лечения по поводу новообразований грудной и брюшной полостей. В результате проведения совмещенной ПЭТ/КТ определена семиотика рецидивов различных гистологических типов злокачественных опухолей. Доказано, что применение совмещенной ПЭТ/КТ значительно повышает эффективность выявления рецидивов злокачественных новообразований грудной клетки и брюшной полости. Поэтому при динамическом наблюдении за этой категорией пациентов с целью раннего выявления рецидивов рекомендовано применение совмещенного рентгенорадионуклидного метода — ПЭТ/КТ.

Ключевые слова: совмещенная ПЭТ/КТ; 18-фтордезоксиглюкоза; рецидив злокачественных опухолей; рак легкого; рак молочной железы; рак пищевода и желудка; колоректальный рак; лимфома.

CHARACTERIZATION OF RECURRENT THORACIC AND ABDOMINAL MALIGNANCIES WITH COMBINED POSITRON-EMISSION AND COMPUTED TOMOGRAPHY

© Gennady E. Trufanov¹, Igor V. Boykov², Vladimir V. Ryazanov³

¹ “Northwestern Federal Medical Research Center named after V. A. Almazov” Russian Ministry of Health. Akkuratova street, 2, Saint-Petersburg, 197341, Russia.

² Russian Medicomilitary Academy. 6, Akademika Lebedeva St., St. Petersburg, 194044, Russia.

³ St. Petersburg State Pediatric Medical University. 2, Litovskaya St., St. Petersburg, 194100, Russia.

Contact Information: Trufanov Gennady E. – MD, PhD, professor, head of research department of radiology of «Northwestern Federal Medical Research Center n.a. V.A. Almazov», Russian Ministry of Health, e-mail: trufanovge@mail.ru

Abstract. In our study 494 patients with recurrent lung, breast, gastrointestinal malignancies and lymphomas were examined using combined positron-emission and computed scanner. During this investigation patterns of metastases in different tumors were determined. It was shown that using positron-emission and computed tomography can provide more effective determination of recurrent disease in patients with thoracic and gastrointestinal malignancies. Combined positron-emission and computed tomography must be used for monitoring these patients for opportune development of recurrences.

Key words: positron-emission and computed tomography; 18-fluorodeoxyglucose; lung cancer; breast cancer; gastroesophageal cancer; colorectal cancer; lymphoma; recurrent disease.

ВВЕДЕНИЕ

При динамическом наблюдении за онкологическими больными после проведения им оперативного лечения, лучевой и/или химиотерапии, перво-степенное значение имеет диагностика рецидивов

злокачественных новообразований органов грудной клетки и брюшной полости. От своевременного получения полной и объективной информации о наличии, локализации и характере распространения рецидива зависит успешное проведение лечеб-

ных мероприятий, а следовательно, выживаемость онкологических больных [1].

В настоящее время лучевые методы исследования, такие как рентгенологический, ультразвуковое исследование (УЗИ), рентгеновская компьютерная (КТ) и магнитно-резонансная томографии (МРТ) имеют важное значение в определении рецидивов злокачественных опухолей. Каждому из вышеперечисленных методов присущи определенные преимущества. Однако, несмотря на свои преимущества, как правило, они позволяют выявить лишь структурные изменения [2, 10–12].

Значительным шагом в этом направлении явилась разработка и внедрение в клиническую практику методов ядерной медицины, таких как однофотонная эмиссионная компьютерная (ОФЭКТ) и позитронно-эмиссионная (двухфотонная) томография (ПЭТ). Применение этих методов позволяет визуализировать функциональные процессы, протекающие в нормальных условиях и при развитии каких-либо патологических изменений в органах и тканях [5, 14, 15, 18]. Однако определение точной локализации патологических изменений, выявленных при помощи методов радионуклидной визуализации, затруднено, что в значительной мере осложняет принятие решения о дальнейшей тактике ведения таких больных [7, 9, 13].

Поэтому на современном этапе развития все больше внимания уделяется применению комбинированного рентгенорадионуклидного метода — совмещенной позитронно-эмиссионной и компьютерной томографии (ПЭТ/КТ), применение которого позволяет за одно обследование пациента визуализировать как морфологические, так и функциональные изменения одновременно, полностью исключая проблему неточности совмещения указанных изменений [5, 16]. Следует отметить, что зачастую уделяется основное внимание первичной ПЭТ/КТ-диагностике злокачественных новообразований, в то время как сведения о выявлении рецидивов с помощью указанного метода немногочисленны. В отечественной литературе публикации по данному вопросу также единичны [3, 4, 6].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Повышение эффективности ранней диагностики рецидивов злокачественных новообразований органов грудной клетки и брюшной полости путем применения совмещенной ПЭТ/КТ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Всего с применением метода совмещенной ПЭТ/КТ с радиофармпрепаратом (РФП) 18-фтордезоксиглюкозой (ФДГ) было обследовано 494 он-

кологических больных после выполнения оперативного и химиолучевого лечения по поводу:

- рака легкого (95 больных),
- молочной железы (97),
- пищевода (39),
- желудка (56),
- толстой кишки (81),
- лимфомы Ходжкина и неходжкинской лимфомы (126 пациентов).

Всем больным, помимо общеклинических исследований, проводили специальный комплекс инструментальных и лучевых методов обследования с целью определения местного и отдаленного распространения опухоли. Обследование включало сбор анамнеза, осмотр, лабораторные анализы, эндоскопическое и традиционное рентгенологическое исследования, КТ и МРТ брюшной полости.

При проведении ПЭТ/КТ-исследования использовали стандартную методику для обследования больных онкологического профиля. Исследования проводили на совмещенном ПЭТ/КТ-томографе «Биограф» фирмы «Сименс» (Германия), состоящем из компьютерного со спиральным типом сканирования томографа «Somatom Emotion Duo» и позитронно-эмиссионного томографа «Ecat Exact HR⁺», совмещенных в единый диагностический комплекс на одном столе-транспортере.

Подготовка больного включала в себя голодание в течение 6 часов перед исследованием. Перед введением ФДГ у больных определяли уровень глюкозы в крови при помощи глюкометра. РФП вводили внутривенно в дозе 200 МБк/м² поверхности тела пациента (370–420 МБк) в объеме 3,0–5,0 мл физиологического раствора.

На протяжении 60 минут, необходимых для включения введенного препарата в метаболические процессы с участием глюкозы, пациент находился в условиях, максимально снижающих двигательную, речевую и эмоциональную активность с целью уменьшения вероятности возникновения ложноположительных результатов, что достигалось помещением его в отдельную палату в положении лежа с закрытыми глазами. В этот же период времени пациент выпивал 500 мл воды с целью ускорения выведения РФП и уменьшения фоновой радиоактивности. Исследование проводили с опорожненным мочевым пузырем. Пациента укладывали на спину с заведенными за голову руками. Для КТ-исследования использовали протокол совмещенного ПЭТ/КТ сканирования, согласно которому область для сбора ПЭТ-данных (количество «кроватей») закладывали сразу по топограмме КТ.

Всем больным при ПЭТ/КТ вводили болюсно 150 мл неионного рентгенконтрастного вещества

типа «ультравист» или «омнипак» с помощью автоматического иньектора в 2 фазы: первоначально вводили 90 мл со скоростью 3,0 мл/с; затем 40 мл со скоростью 1,5 мл/с с задержкой сканирования 30 с. Время КТ-сканирования составляло около 2 мин. После проведения КТ-исследования автоматически загружался протокол ПЭТ-сканирования той же области. Общее время ПЭТ/КТ сканирования всего тела составляло 20–35 мин, в зависимости от количества зон (кроватей) сканирования. Ряду пациентов при сложностях в дифференцировке воспалительных изменений от неопластических выполняли дополнительное отсроченное ПЭТ-сканирование через 50 мин после первичного сканирования.

Анализ КТ проводили как с измерением денситометрических показателей по шкале Хаунсфилда (HU), так и при помощи визуальных методов построения различных проекций (MPR — multiplanar reformation — многоплоскостная реформация изображений; MIP — maximum intensity projection — проекция максимальной интенсивности; SSD — shaded surface display — изображение оттененных поверхностей; VRT — volume rendering technique — техника объемного рендеринга).

Оценку ПЭТ осуществляли визуальным и полуколичественным методами. Визуальную оценку ПЭТ-данных проводили с использованием как черно-белых (Gray Scale, Invert Gray Scale), так и различных цветовых шкал, что позволяло определить локализацию, контуры, характер и размеры области гиперфиксации РФП и степень метаболизма в ней.

Прикладной программный пакет «Fusion» позволял осуществлять совмещение ПЭТ и КТ данных в различном процентном соотношении (ПЭТ<КТ, ПЭТ>КТ, ПЭТ=КТ). Полуколичественный анализ проводился с определением стандартизованного уровня захвата радиофармпрепарата (SUV, standard uptake value). Суммарная лучевая нагрузка на пациента составляла 12–13 мЗв.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

По данным совмещенной ПЭТ/КТ наличие рецидивов злокачественных новообразований было выявлено у 248 пациентов, из них после лечения рака легкого — 36 человек (14,5%), молочной железы — 44 (17,7%), пищевода — 16 (6,5%), желудка — 23 (9,3%), толстой кишки — 48 (19,4%), лимфомы Ходжкина — 34 (13,7%), неходжкинских лимфом — 47 (19,9%).

Лучевая семиотика рецидива рака легкого, по данным ПЭТ/КТ, складывалась из:

- наличия объемного образования в зоне оперативного вмешательства,

- повышения метаболизма ФДГ,
- инфильтративных изменений в паренхиме (параканкротическая пневмония),
- гиповентиляции,
- ателектазов,
- поражения регионарных лимфатических узлов (рис. 1).

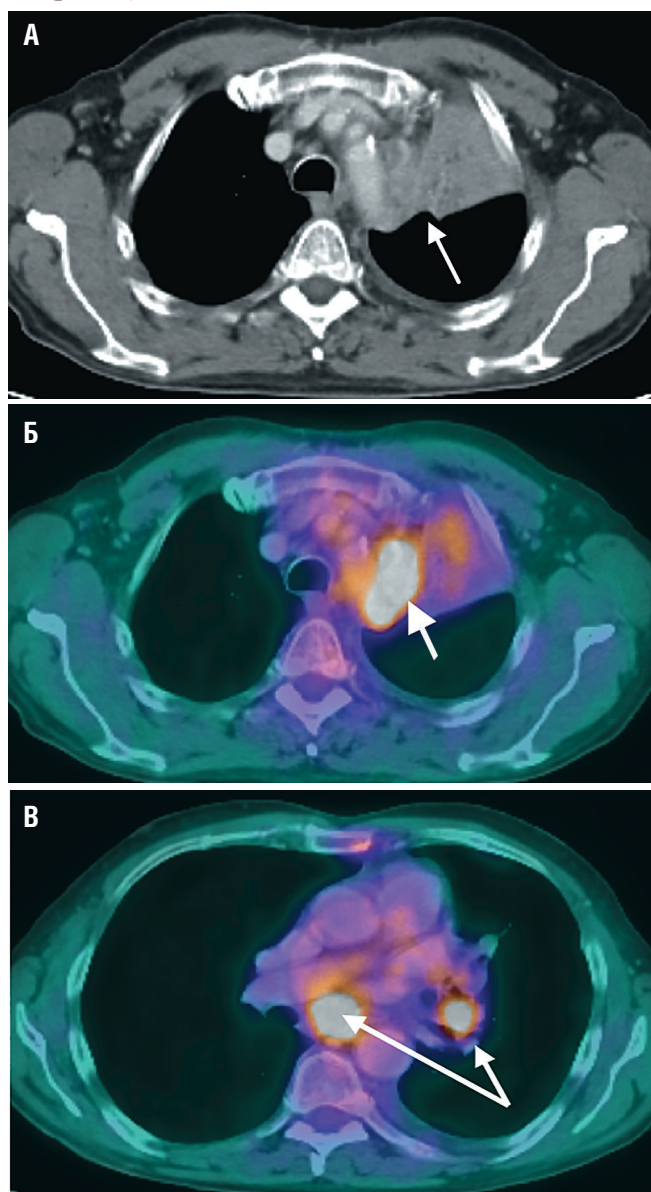


Рис. 1. Рецидив центрального рака левого легкого с поражением регионарных лимфатических узлов. При КТ (А) определяется образование, исходящее из левого верхнедолевого бронха в зоне оперативного вмешательства (стрелка). Отмечается ателектаз S1 и S2 левого легкого. При ПЭТ/КТ (Б) в образовании отмечается гиперметаболизм глюкозы (стрелка), практически отсутствующий в ателектазированных сегментах. При ПЭТ/КТ (В) отмечается поражение бифуркационных и бронхопульмональных лимфатических узлов (стрелки)

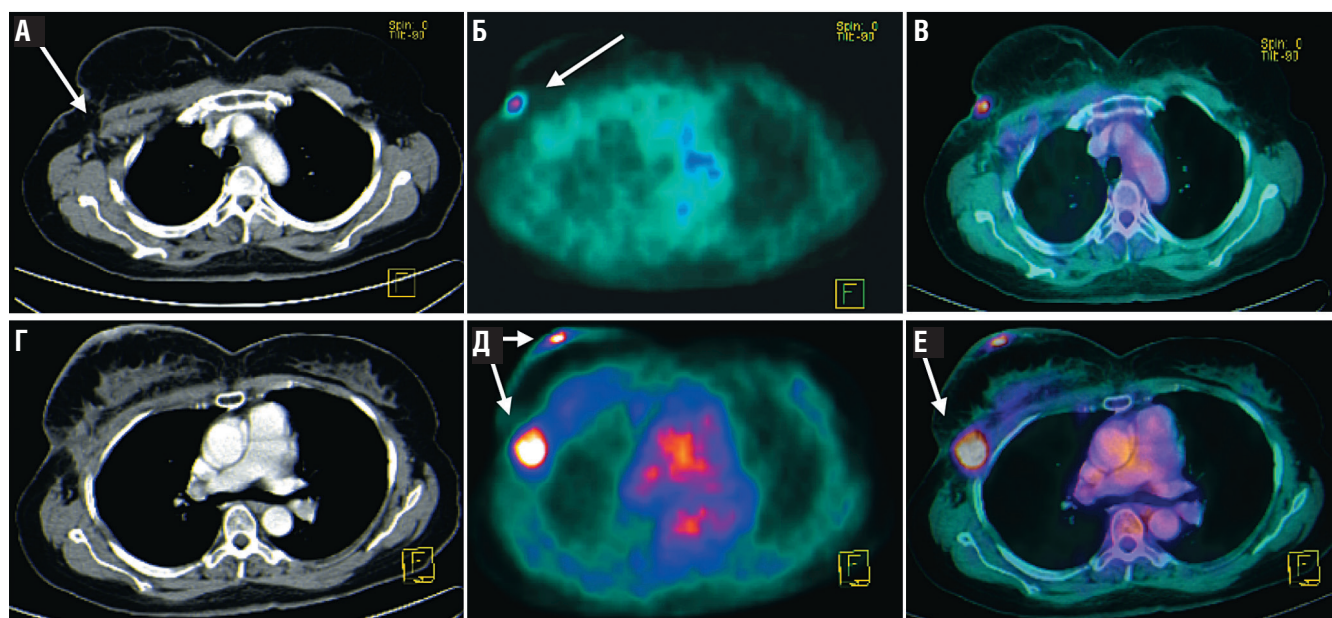


Рис. 2. Рецидив рака молочной железы. При КТ (А, Г), ПЭТ (Б, Д) и ПЭТ/КТ (В, Е) определяется рецидив рака правой молочной железы, неопределяемый при КТ исследовании, после секторальной резекции и 4 курсов химиотерапии. Также выявлено поражение лимфатического узла правой подмышечной группы (стрелки)

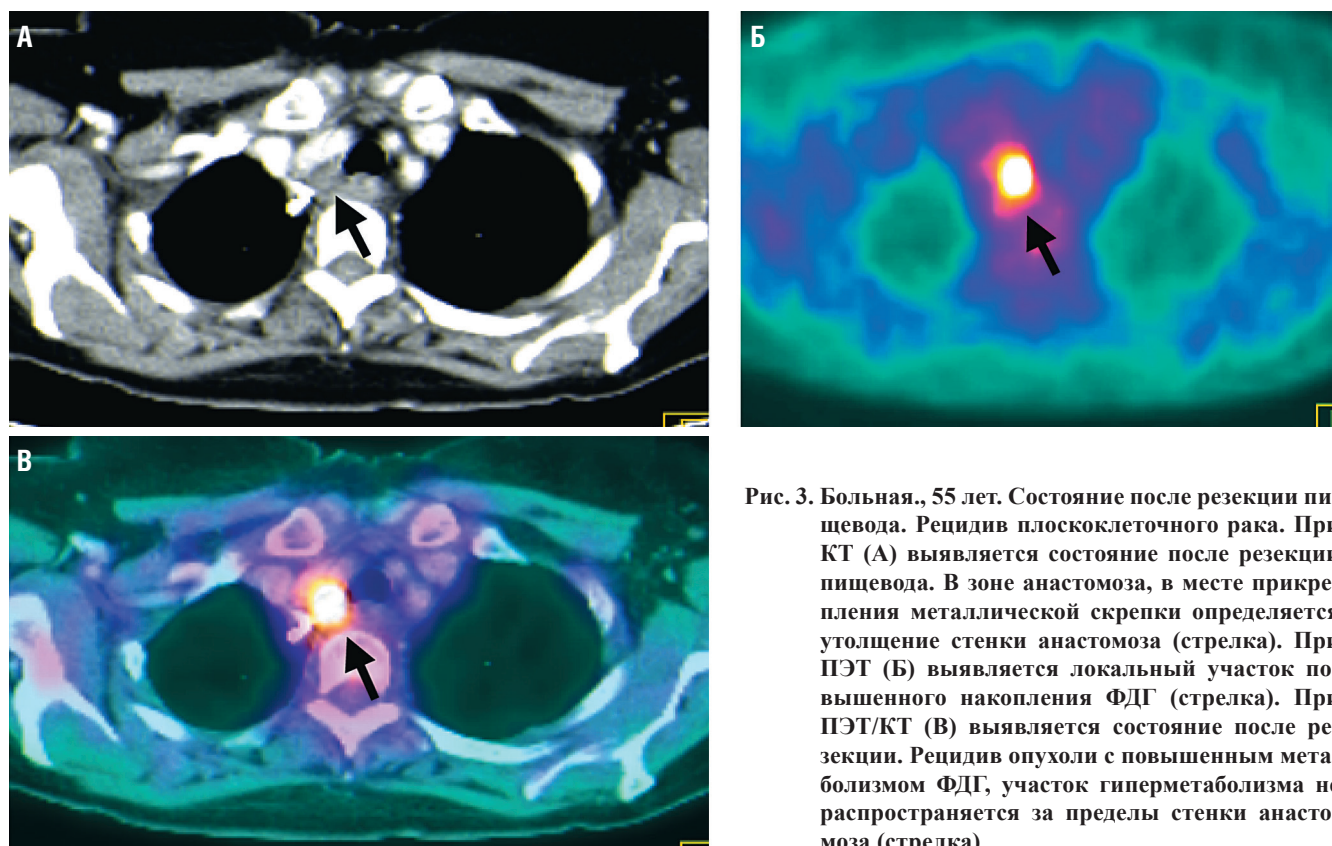


Рис. 3. Больная, 55 лет. Состояние после резекции пищевода. Рецидив плоскоклеточного рака. При КТ (А) выявляется состояние после резекции пищевода. В зоне анастомоза, в месте прикрепления металлической скрепки определяется утолщение стенки анастомоза (стрелка). При ПЭТ (Б) выявляется локальный участок повышенного накопления ФДГ (стрелка). При ПЭТ/КТ (В) выявляется состояние после резекции. Рецидив опухоли с повышенным метаболизмом ФДГ, участок гиперметаболизма не распространяется за пределы стенки анастомоза (стрелка)

При раке молочной железы рецидивирование процесса характеризовалось появлением признаков структурных изменений с повышением фиксации РФП до $SUV=3,5\pm 0,8$ (рис. 2).

Критериями рецидива рака пищевода, желудка и толстой кишки (рис. 3–5) после оперативного и комбинированного лечения явились:

- утолщение ткани в зоне анастомоза;

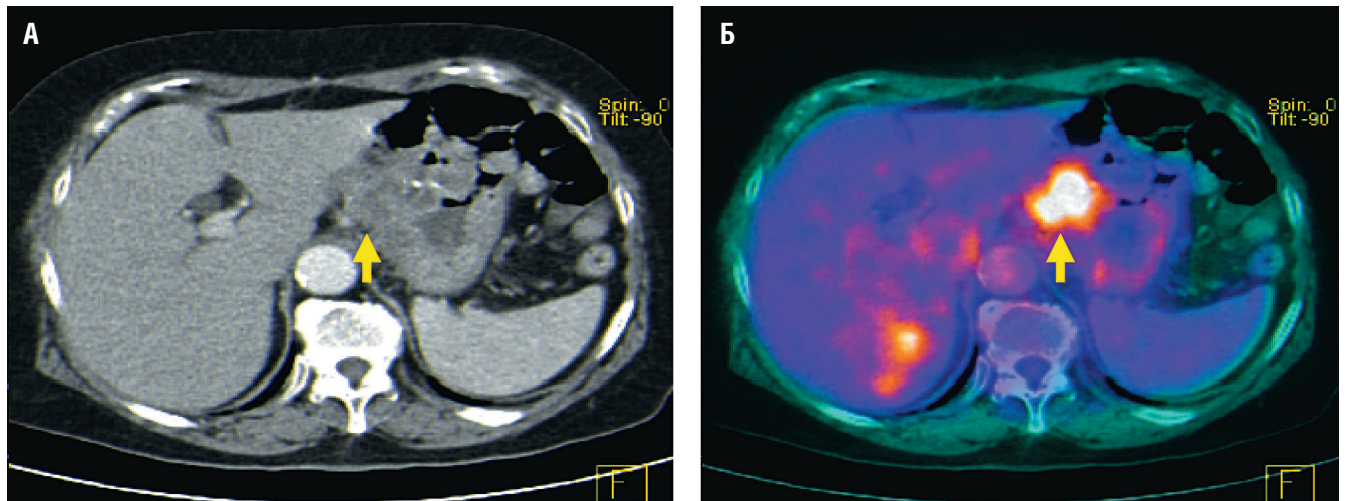


Рис. 4. Состояние после резекции желудка и химиотерапии по поводу рака. Рецидив. При КТ (А) в зоне анастомоза выявляется утолщение стенки, неоднородной плотности. При ПЭТ/КТ (Б) отмечается локальный участок гиперметаболизма в зоне анастомоза — рецидив

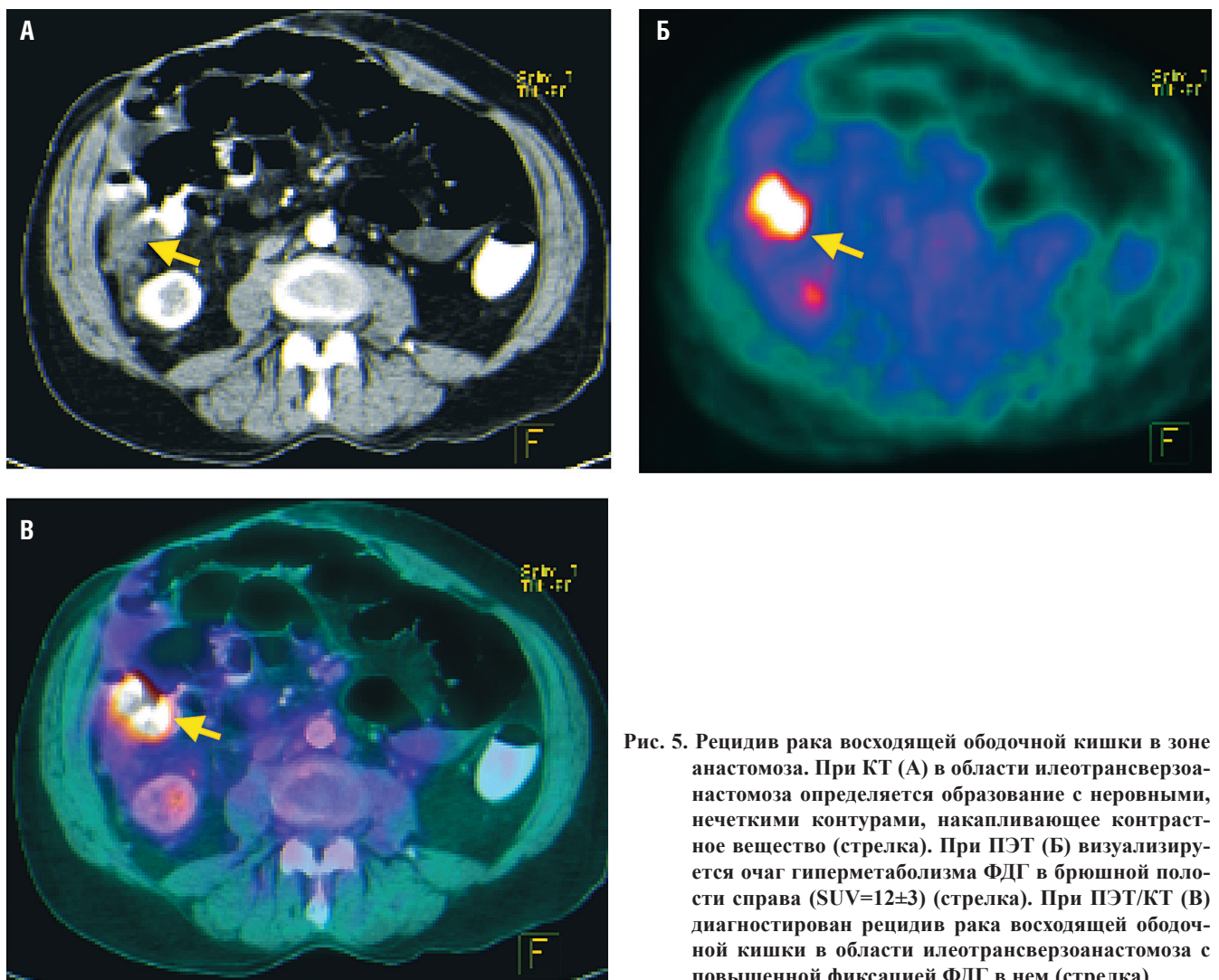


Рис. 5. Рецидив рака восходящей ободочной кишки в зоне анастомоза. При КТ (А) в области илеотрансверзоанастомоза определяется образование с неровными, нечеткими контурами, накапливающее контрастное вещество (стрелка). При ПЭТ (Б) визуализируется очаг гиперметаболизма ФДГ в брюшной полости справа ($SUV=12\pm 3$) (стрелка). При ПЭТ/КТ (В) диагностирован рецидив рака восходящей ободочной кишки в области илеотрансверзоанастомоза с повышенной фиксацией ФДГ в нем (стрелка)

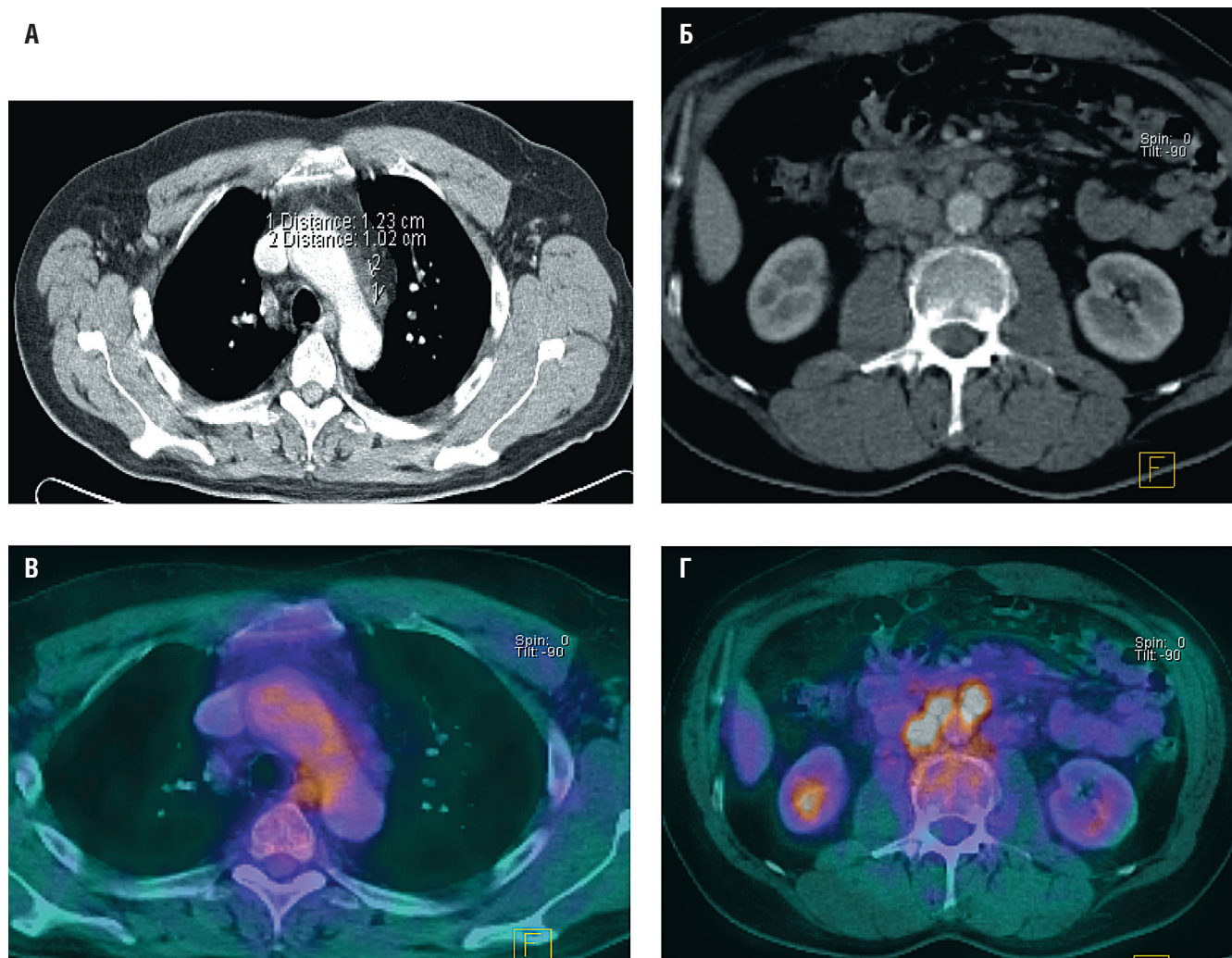


Рис. 6. Рецидив лимфомы Ходжкина после химиотерапии. При КТ (А, Б) видимых структурных изменений не определяется. При ПЭТ/КТ (В, Г) визуализируется гиперфиксация ФДГ в лимфатических узлах парааортальной группы. Лимфатические узлы средостения без патологических изменений

- неровные контуры анастомоза на уровне опухоли;
- инфильтрация прилежащей клетчатки;
- наличие зоны гиперфиксации ФДГ.

Ранний рецидив при злокачественных новообразованиях желудочно-кишечного тракта проявлялся в течение первых 2 лет после оперативного вмешательства, поздний — спустя 2 года и более.

Критериями рецидива лимфомы Ходжкина и неходжкинских лимфом (рис. 6), по данным ПЭТ/КТ, явились:

- выявление нового поражения или увеличение размеров ранее пораженных областей более чем на 50% при условии уже существующей положительной динамики от проводимой терапии;
- увеличение наибольшего диаметра любого ранее пораженного лимфатического узла с раз-

мерами свыше 1 см по короткой оси более чем на 50%;

- увеличение суммарного объема более чем одного лимфатического узла более чем на 50%;
- повышение интенсивности метаболизма РФП в ранее пораженных лимфатических узлах и органах.

При сравнении эффективности КТ, ПЭТ и ПЭТ/КТ в выявлении рецидивов при злокачественных новообразованиях органов грудной клетки и брюшной полости ПЭТ/КТ превосходит КТ и ПЭТ по отдельности. При ПЭТ/КТ чувствительность составила 98%, специфичность — 97%, точность — 96%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного исследования совмещенную ПЭТ/КТ с ФДГ необходимо выполнять

больным со злокачественными образованиями органов грудной клетки и брюшной полости для проведения контроля эффективности проведенного хирургического, химиотерапевтического и лучевого исследования.

Проведение совмещенной ПЭТ/КТ в большинстве случаев позволяет установить наличие рецидивов до клинических проявлений и играет важную роль при осуществлении динамического наблюдения за онкологическими больными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксель Е.М., Давыдов М.И., Ушакова Т.И. Злокачественные новообразования желудочно-кишечного тракта: основные статистические показатели и тенденции. *Совр. онкол.* 2001; 4: 141–145.
2. Портной М. Некоторые вопросы лучевой диагностики рака толстой кишки. *Вестн. рентгенологии и радиологии.* 2004; 2: 20–33.
3. Рязанов В.В. Возможности совмещенной позитронно-эмиссионной и компьютерной томографии в диагностике и стадировании опухолей толстой кишки. *Вестник Российской Военно-медицинской академии.* 2008; №1 (21): 144–149.
4. Рязанов В.В. Возможности совмещенного позитронно-эмиссионного и компьютерного сканирования в оценке результатов комбинированного лечения новообразований пищеварительного тракта. *Вестник Российской Военно-медицинской академии.* 2008; № 2 (22): 100–103.
5. Станжевский А.А. Разработка методов совмещения лучевых мультимодальных изображений и их применение в клинике. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. СПб., 2004.
6. Труфанов Г.Е., Рязанов В.В. Совмещенное позитронно-эмиссионное и компьютерное сканирование в диагностике и определении стадии новообразований пищевода и желудка. *Вестник Российской Военно-медицинской академии.* 2008. № 2 (22): 15–22.
7. Coleman R. E. Clinical PET in oncology. *Clin. positron. imaging.* 1998; 1 (2): 15–30.
8. Delbeke D., Martin W. H. PET and PET-CT for evaluation of colorectal carcinoma. *Semin. nucl. med.* 2004; 34 (3): 209–223.
9. Fukunaga T., Okazumi S., Koyde Y. Evaluation of esophageal cancer using 18-fluorodeoxyglucose PET. *J. nucl. med.* 1998; 39 (9): 1002–1007.
10. Goldberg H. I., Margulis A. R. Gastrointestinal radiology in the United States: an overview of the past 50 year. *Radiology.* 2000; 216 (1): 1–7.
11. Harisinghani M. G. et al. Halo sign: useful CT sign for differentiating benign from malignant colonic disease. *Clin. radiol.* 2003; 58 (4): 306–310.
12. Kinkel K. et al. Detection of hepatic metastases from cancer of the gastrointestinal tract by using non invasive imaging methods (US, CT, MRI imaging, PET): a meta-analysis. *Radiology.* 2002; 224 (6): 748–756.
13. Larson S. M. Tumor treatment response based on visual and quantitative changes in global tumor glycolysis using PET-FDG imaging. *Clin. positron. imaging.* 1999; 2 (2): 159–171.
14. Meta J. et al. Impact of 18F-FDG PET on managing patients with colorectal cancer: the referring physician's perspective. *J. nucl. med.* 2001; 42 (6): 586–590.
15. Stokkel M. P. M., Draisma A., Pauwels E. K. J. Positron emission tomography with 2-F-18-fluoro-2-deoxy-D-glucose in oncology, part IIIB. *J. cancer. res. clin. oncol.* 2001; 127 (2): 278–285.
16. Townsend D. W. et al. The SMART scanner: a combined PET/CT tomograph for clinical oncology. *Radiology.* 1998; 209 (31): 169–170.
17. Wahl R. L. et al. Anatomometabolic tumor imaging: fusion of FDG PET with CT and MRI to localize foci of increased activity. *J. n. med.* 1993; 34 (3): 1190–1197.
18. Yoshimoto M. et al. Characterization of acetate metabolism in tumor cells in relation to cell proliferation: acetate metabolism in tumor cells. *Nucl. med. biol.* 2001; 28 (4): 117–122.

REFERENCES

1. Aksel' E. M., Davydov M. I., Ushakova T. I. Zlokachestvennye novoobrazovaniya zheludochno-kishechnogo trakta: osnovnye statisticheskie pokazateli i tendentsii. [Malignant new growths of digestive tract: main statistics and tendencies]. *Sovr. onkol.* 2001; 4: 141–145.
2. Portnoy M. Nekotorye voprosy luchevoy diagnostiki raka tolstoy kishki. [Some questions of radiodiagnosis of a colon cancer]. *Vestn. rentgenologii i radiologii.* 2004; 2: 20–33.
3. Ryazanov V. V. Vozmozhnosti sovmeshchennoy pozitronno-emitsonnoy i komp'yuternoy tomografii v diagnostike i stadirovanii opukholey tolstoy kishki. [Possibilities of the combined positron and issue and computer tomography in diagnostics and a stadirovaniye of tumors of a thick gut]. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-meditsinskoy akademii.* 2008; №1 (21): 144–149.
4. Ryazanov V. V. Vozmozhnosti sovmeshchennoy pozitronno-emitsonnoy i komp'yuternogo skanirovaniya v otsenke rezul'tatov kombinirovannogo lecheniya novoobrazovaniy pishchevaritel'nogo trakta. [Possibilities of the combined positron and issue and computer scanning in assessment of results of the combined treatment of new growths of a digestive tract]. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-meditsinskoy akademii.* 2008; № 2 (22): 100–103.
5. Stanzhevskiy A. A. Razrabotka metodov sovmeshcheniya luchevykh mul'timodal'nykh izobrazheniy i ikh primeneniye v klinike. [Development of methods of combination of beam multimodal images and their application in clinic]. PhD-thesis. SPb., 2004.
6. Trufanov G. E., Ryazanov V. V. Sovmeshchennoe pozitronno-emitsonnoe i komp'yuternoe skanirovaniye v diagnostike i

- opredelenii stadii novoobrazovaniy pishchevoda i zheludka. [The combined positron and issue and computer scanning in diagnostics and definition of a stage of new growths of a gullet and stomach]. Vestnik Rossiyskoy Voenno-meditsinskoy akademii. 2008. № 2 (22): 15–22.
7. Coleman R. E. Clinical PET in oncology. Clin. positron. imaging. 1998; 1 (2): 15–30.
 8. Delbeke D., Martin W. H. PET and PET-CT for evaluation of colorectal carcinoma. Semin. nucl. med. 2004; 34 (3): 209–223.
 9. Fukunaga T., Okazumi S., Koyde Y. Evaluation of esophageal cancer using 18-fluorodeoxyglucose PET. J. nucl. med. 1998; 39 (9): 1002–1007.
 10. Goldberg H. I., Margulis A. R. Gastrointestinal radiology in the United States: an overview of the past 50 year. Radiology. 2000; 216 (1): 1–7.
 11. Harisinghani M. G. et al. Halo sign: useful CT sign for differentiating benign from malignant colonic disease. Clin. radiol. 2003; 58 (4): 306–310.
 12. Kinkel K. et al. Detection of hepatic metastases from cancer of the gastrointestinal tract by using non invasive imaging methods (US, CT, MRI imaging, PET): a meta-analysis. Radiology. 2002; 224 (6): 748–756.
 13. Larson S. M. Tumor treatment response based on visual and quantitative changes in global tumor glycolysis using PET-FDG imaging. Clin. positron. imaging. 1999; 2 (2): 159–171.
 14. Meta J. et al. Impact of 18F-FDG PET on managing patients with colorectal cancer: the referring physician's perspective. J. nucl. med. 2001; 42 (6): 586–590.
 15. Stokkel M. P. M., Draisma A., Pauwels E. K. J. Positron emission tomography with 2-F-18-fluoro-2-deoxy-D-glucose in oncology, part IIIB. J. cancer. res. clin. oncol. 2001; 127 (2): 278–285.
 16. Townsend D. W. et al. The SMART scanner: a combined PET/CT tomograph for clinical oncology. Radiology. 1998; 209 (31): 169–170.
 17. Wahl R. L. et al. Anatomometabolic tumor imaging: fusion of FDG PET with CT and MRI to localize foci of increased activity. J. n. med. 1993; 34 (3): 1190–1197.
 18. Yoshimoto M. et al. Characterization of acetate metabolism in tumor cells in relation to cell proliferation: acetate metabolism in tumor cells. Nucl. med. biol. 2001; 28 (4): 117–122.

СОВМЕЩЁННАЯ ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ И СТАДИРОВАНИИ ОПУХОЛЕЙ ТОЛСТОЙ КИШКИ

© Владимир Викторович Рязанов¹, Геннадий Евгеньевич Труфанов²

¹ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

² ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России, 197341, Россия, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.

Контактная информация: Труфанов Геннадий Евгеньевич — д. м. н., проф., зав. научно-исследовательским отделом лучевой диагностики ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, e-mail: trufanovge@mail.ru

Резюме. Всего обследовано 106 больных колопроктологического профиля до оперативного лечения и после комбинированного лечения. Исследование проводили на совмещенном позитронно-эмиссионном и компьютерном томографе. Злокачественные опухоли толстой кишки характеризовались утолщением (инфильтрацией) стенок с неоднородным накоплением рентген-контрастного вещества и значительным повышением метаболизма 18-ФДГ. Для метастатических лимфатических узлов было типичным повышение метаболизма РФП. Рецидивы новообразования проявлялись наличием морфологических признаков дополнительной ткани с неоднородно повышенным уровнем метаболизма 18-ФДГ. Выполнение совмещенной ПЭТ/КТ позволяет более точно определять стадии опухолей толстой кишки, а также выявлять рецидивы и отдаленные метастазы после комбинированного лечения.

Ключевые слова: совмещенная ПЭТ/КТ; опухоли толстой кишки; стадирование; 18-ФДГ; рецидив злокачественной опухоли.

THE POSSIBILITIES OF COMBINED POSITRON-EMISSION AND COMPUTED TOMOGRAPHY IN DIAGNOSTICS AND STAGING OF COLON TUMORS

© Vladimir V. Ryazanov¹, Gennady E. Trufanov²

¹ St. Petersburg State Pediatric Medical University, 2, Litovskaya St., St. Petersburg, 194100, Russia.

² “Northwestern Federal Medical Research Center named after V. A. Almazov” Russian Ministry of Health, Akkuratova street, 2, Saint-Petersburg, 197341, Russia.

Contact Information: Trufanov Gennady E. – MD, PhD, professor, head of research department of radiology of «Northwestern Federal Medical Research Center n.a. V.A. Almazov», Russian Ministry of Health, e-mail: trufanovge@mail.ru

Abstract. In our study 106 patients with colorectal tumors were examined using combined positron-emission and computer tomography before surgical treatment and after complex therapy. Malignancies of the colon were characterized by the wall thickening or infiltration with inhomogeneous uptake of the contract media and increased uptake of 18F-deoxyglucose. In metastatic lymph nodes the typical features were their enlarging and the increased metabolism of radiotracer. In patients with hepatic metastases there were increasing of 18F-deoxyglucose uptake and focal decreasing in density. If recurrences were found, an additional tissue with the increased inhomogeneous 18F-deoxyglucose uptake could be seen. Using combined positron-emission and computed tomography it can be possible to provide more accuracy in staging of the colorectal malignancies. After complex treatment the recurrences and distant metastases can also be found more accurately.

Key words: combined positron-emission and computed tomography, colon tumors, staging, recurrence, 18F-deoxyglucose, metabolism, metastases, standardized uptake value.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время ежегодно в мире регистрируется около 800 тысяч впервые выявленных больных колоректальным раком. Несмотря на появление новых методов диагностики рака ободочной и прямой кишки, значительный процент больных продолжают выявлять в инкурабельном состоянии [1].

Лучевые методы исследования имеют важное значение в диагностике колоректального рака. Применение колоноскопии и ирригоскопии, имеющих первостепенное значение в первичном обнаружении колоректального рака, не позволяет выявить распространение опухоли за пределы кишечной стенки, а также оценить состояние регио-

нарных лимфатических узлов, обнаружить органические метастазы [4, 5, 16].

С внедрением в клиническую практику новых диагностических методов, таких как ультразвуковое исследование (УЗИ) и, в наибольшей степени, рентгеновская компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ), проблема получения дополнительных сведений о распространенности опухолевого процесса стала решаться успешнее. Однако в ряде случаев сохраняются значительные трудности [2, 3, 11, 12]. Указанные методы исследования, несмотря на свои преимущества, как правило, позволяют выявлять лишь структурные изменения [14, 18].

Значительным шагом в этом направлении явилась разработка и внедрение в клиническую практику методов ядерной медицины, таких как однофотонная эмиссионная компьютерная (ОФЭКТ) и позитронно-эмиссионная (двухфотонная) томография (ПЭТ). Применение данных методов позволило визуализировать функциональные процессы, протекающие в нормальных условиях, и при возникновении неопластической патологии проводить своего рода неинвазивную биопсию [7, 9, 10, 13, 15]. Однако определение точной локализации патологических изменений, выявленных при помощи методов радионуклидной визуализации, затруднено, что в значительной мере осложняет принятие решения о дальнейшей тактике ведения таких больных [6, 19].

Метод совмещенной позитронно-эмиссионной и компьютерной томографии (ПЭТ/КТ) позволяет за одно обследование визуализировать морфологические и функциональные изменения одновременно, полностью, исключая проблему неточности совмещения указанных изменений. Имеющиеся в зарубежной литературе сведения по применению совмещенной ПЭТ/КТ в онкологии малочисленны и носят противоречивый характер [8, 17]. В отечественной литературе публикации по данному вопросу практически отсутствуют.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Улучшение диагностики и стадирования опухолей толстой кишки на основе применения совмещенной позитронно-эмиссионной и компьютерной томографии с 18-фтордезоксиглюкозой (18-ФДГ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Разработана методика ПЭТ-КТ тела при обследовании больных колоректальным раком. Исследования проводили на совмещенном ПЭТ-КТ то-

мографе «Биограф» фирмы «Сименс» (Германия). Аппарат состоит из компьютерного со спиральным типом сканирования томографа «Somatom Emotion Duo» и позитронно-эмиссионного томографа «Ecat Exact HR⁺», совмещенных в единый диагностический комплекс на одном столе-транспортере.

Подготовка больного включала предварительное очищение кишечника с помощью препарата «Фортранс» за день до исследования и голодание в течение 6 часов перед исследованием. За 70 минут до внутривенного введения радиофармпрепарата (РФП) 18-фтордезоксиглюкозы пациенты принимали чёрный кофе без сахара для уменьшения накопления РФП в миокарде. Радиофармпрепарат вводили внутривенно, в дозе 200 МБк/м² поверхности тела пациента (370–420 МБк), в объеме 3,0–5,0 мл физиологического раствора.

В течение 60 минут, необходимых для включения введенного препарата в метаболические процессы с участием глюкозы, пациенты находились в условиях, максимально снижающих двигательную активность. В этот же период времени пациентам предлагали выпить 600–800 мл воды с целью ускорения выведения РФП и уменьшения фоновой радиоактивности. Исследование проводили с опорожненным мочевым пузырем. Непосредственно перед укладкой пациента на стол-транспортер проводилось расправление петель толстой кишки нагнетанием 800–1000 мл воздуха per rectum.

Всем больным при ПЭТ-КТ проводили болюсное введение 150 мл неионного рентгенконтрастного вещества типа «ультравист» или «омнипак» с помощью автоматического инъектора в 2 фазы: первоначально вводили 90 мл со скоростью 3,0 мл/с; затем 40 мл со скоростью 1,5 мл/с с задержкой сканирования 30 с. Время КТ-сканирования составляло около 2 мин.

После проведения КТ-исследования автоматически загружался протокол ПЭТ-сканирования той же области. Общее время ПЭТ-КТ сканирования всего тела составляло 20–35 минут, в зависимости от количества зон (кроватей) сканирования.

Анализ КТ проводили как при помощи визуальных методов построения различных проекций (многоплоскостная реформация изображений, multiplanar reformation, MPR; проекция максимальной интенсивности, maximum intensity projection, MIP; вид затененных поверхностей, shaded surface display, SSD; режим объемного рендеринга, volume rendering technique, VRT), так и с измерением денситометрических показателей по шкале Хаунсфилда (HU).

Оценку ПЭТ осуществляли визуальным и полуколичественным методами. Визуальную оценку данных ПЭТ проводили с использованием как черно-белых шкал (Gray Scale, Invert Gray Scale), так и различных цветовых шкал, позволяющих определить локализацию очага, его контуры и размеры, интенсивность накопления РФП в нем. Полуколичественный анализ проводили с вычислением стандартизованного уровня захвата радиофармпрепарата (СУЗ, SUV).

Прикладной программный пакет «Fusion» позволял проводить совмещение ПЭТ- и КТ-данных в различном процентном соотношении (ПЭТ<КТ, ПЭТ>КТ, ПЭТ=КТ).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Всего было обследовано 106 больных колопроктологического профиля. По особенностям патологического процесса все они были распределены на две группы:

- 1-я группа — пациенты с верифицированным раком толстой кишки, либо с подозрением на опухоль (57 человек);
- 2-я группа — пациенты после оперативного вмешательства химио- и лучевой терапии по поводу рака толстой кишки (49 человек).

Всем больным, помимо общеклинических исследований, проводился специальный комплекс инструментальных и лучевых методов обследования с целью определения местного и отдаленного распространения опухоли, а также выявления рецидива.

Обследование включало сбор анамнеза, осмотр, лабораторные анализы, эндоскопическое и традиционное рентгенологическое исследования, трансабдоминальное и интракорпоральное УЗИ, КТ. Объем проведенных исследований позволил осуществить подробную оценку морфологических изменений в различных органах и тканях у больных колоректальным раком. Обязательным было проведение эндоскопического и рентгенологического исследования всех отделов толстой кишки. Важное значение придавали тщательному изучению анамнеза и жалоб больных. При этом отмечали время появления первых признаков заболевания и их развитие впоследствии.

Методом совмещенной ПЭТ-КТ в предоперационном периоде у 57 больных оценивали местное распространение опухолевого процесса. Уровень локализации опухоли в толстой кишке при ПЭТ-КТ был определен правильно у всех 57 больных (рис. 1). Наиболее частой локализацией опухолевого процесса была слепая кишка (33,3%). Также была дана точная характеристика анатомических

форм рака у этих больных. Степень распространения опухоли в стенку кишки устанавливалась в основном по контурам органа, пораженного опухолью. Функциональная визуализация зависела от уровня метаболизма ФДГ в опухоли.

У всех больных с опухолями толстой кишки определяли повышение метаболизма глюкозы, что значительно упрощало выявление области патологических изменений. Среднее максимальное значение СУЗ ФДГ составило 14 ± 3 . Наиболее высокие показатели метаболизма глюкозы соответствовали наименее дифференцированным видам опухолей, что связано с высокой анапластической активностью. Однако выраженное слизееобразование может «маскировать» клеточную активность аденокарциномы, что проявляется более низким уровнем накопления ФДГ.

Из 57 обследованных больных колоректальным раком патологические изменения регионарных лимфатических узлов были выявлены у 12 больных; при этом у всех отмечалось метастатическое поражение. Максимальное значение СУЗ составило 8, минимальное — до 4, среднее максимальное — 6 ± 2 . В то же время при КТ можно говорить о метастатическом поражении лимфатических узлов лишь при их размерах более 10 мм с наличием нечеткости контура, либо при размерах более 15 мм или слиянии в конгломерат (рис. 2). При сравнительной оценке эффективности КТ и ПЭТ-КТ в обнаружении патологически измененных регионарных лимфатических узлов чувствительность, специфичность и точность при ПЭТ-КТ оказались выше, чем КТ, и составили 98, 97, 96% соответственно.

Отдаленное метастазирование обнаружено у 25 больных из 57 обследованных. При этом поражение печени, лимфатических узлов, брюшины, костей, легких, головного мозга имело место в 31 случае. Отдаленные метастазы рака толстой кишки наиболее часто локализовались в печени (38,7%). При ПЭТ-КТ у 8 больных метастазы в печени определялись как одиночные или множественные гиподенсные образования различных размеров, неправильной округлой формы, имеющие нечеткие границы. Часть из них имела неоднородную структуру за счет участков некроза. Денситометрические показатели образований были от 10 до 40 НУ. Во всех новообразованиях отмечалась гиперфиксация РФП (СУЗ 8 ± 2). В образованиях с некротическим компонентом очаг накопления РФП был неоднородным, в участках некроза отмечался гипометаболизм. У 4 больных в печени определялись очаги гиперметаболизма РФП, что свидетельствовало о нали-

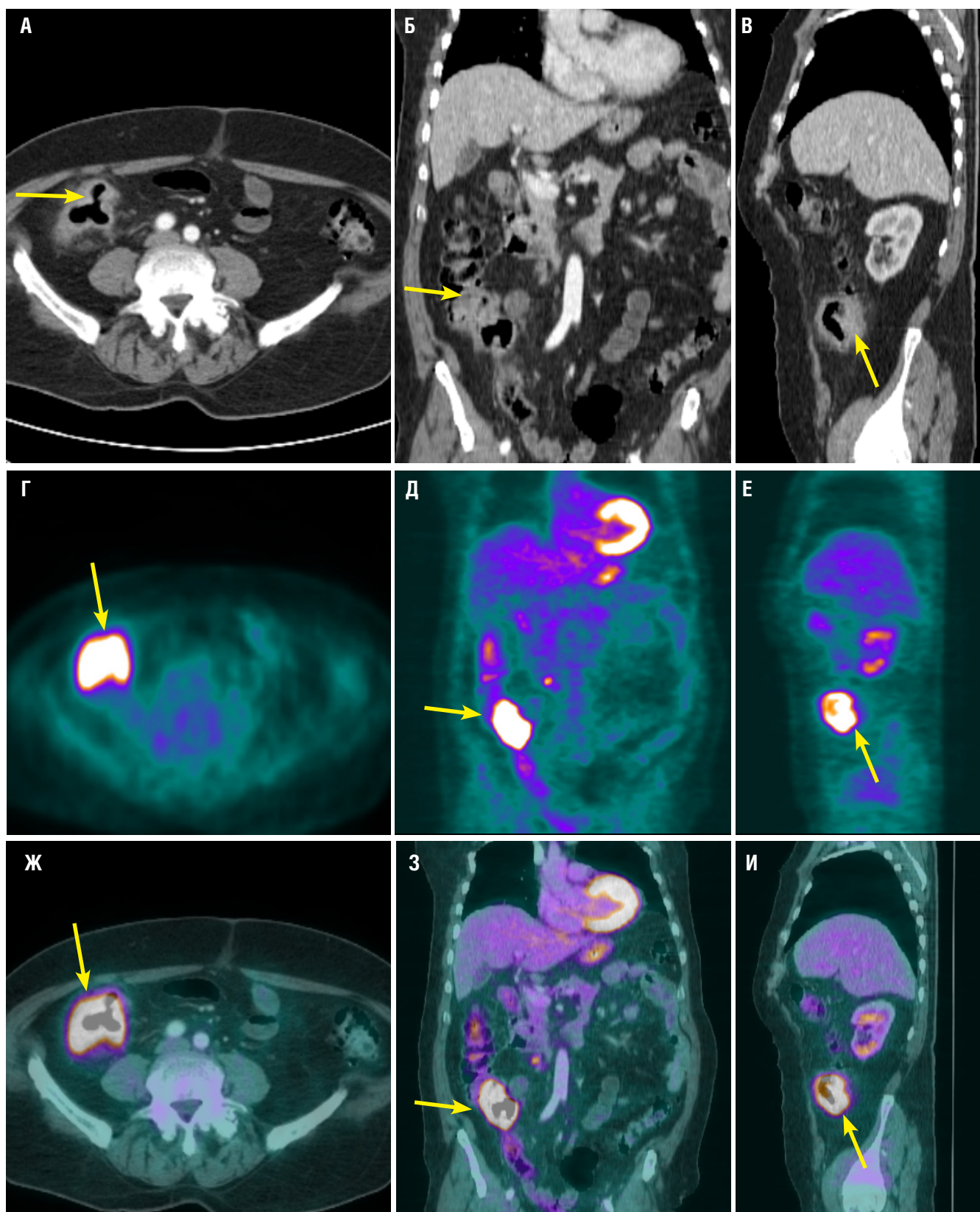


Рис. 1. Рак слепой кишки. А-В: при КТ во фронтальной, сагиттальной и аксиальной проекциях определяется циркулярное утолщение стенки слепой кишки с неровным внутренним контуром. Г-Е: при ПЭТ определяется очаг гиперметаболизма радиофармпрепарата (SUV=11,3). Ж-И: совмещение ПЭТ с КТ уточняет локализацию патологического образования злокачественного характера (рак слепой кишки)

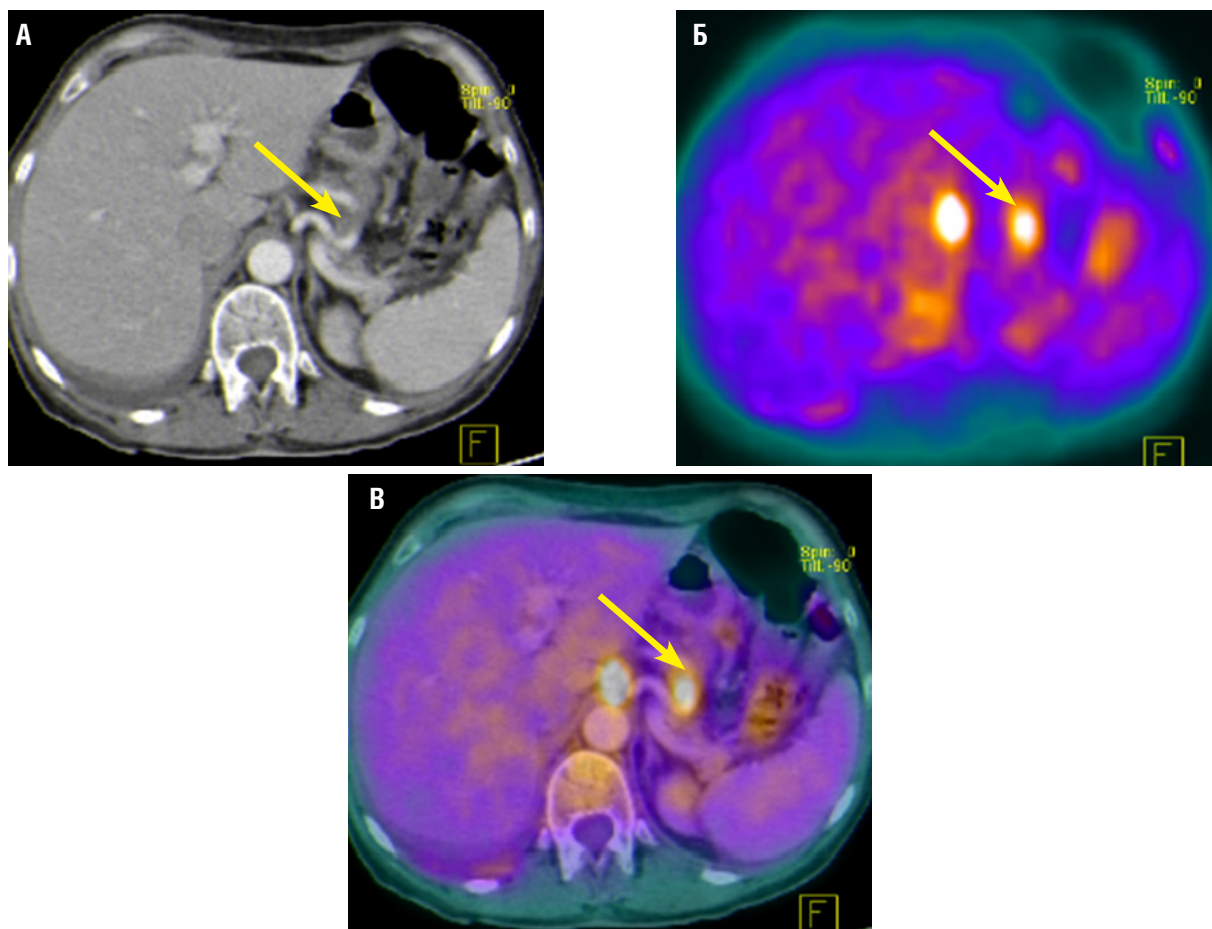


Рис. 2. Метастатическое поражение лимфатических узлов при раке поперечно-ободочной кишки. А: на компьютерной томограмме в аксиальной плоскости на уровне селезенки определяется увеличение парааортального и мезентериального лимфатических узлов (стрелка). Б: на позитронно-эмиссионной томограмме в аксиальной плоскости определяются очаги гиперметаболизма ФДГ ($SUV=6,4$) в брюшной полости (стрелка). В: на ПЭТ/КТ томограмме в аксиальной плоскости определяется увеличение парааортального и мезентериального лимфатических узлов с гиперфиксацией РФП (стрелка)

чи участков злокачественного роста, однако при КТ никаких структурных изменений обнаружено не было (рис. 3).

В обнаружении отдаленных метастазов все анализируемые диагностические методы имеют достаточно высокие показатели чувствительности, специфичности и точности. Однако раздельное применение КТ и ПЭТ уступает совмещенной ПЭТ-КТ.

Применение совмещенной ПЭТ-КТ при обследовании больных, оперированных на толстой кишке по поводу рака, позволяет определить вид выполненного оперативного вмешательства, обнаружить связанные с ним топографо-анатомические особенности и оценить функциональные изменения в зоне операции.

У 22 больных признаков опухоли и послеоперационных осложнений обнаружено не было. Реци-

див опухолевого процесса при ПЭТ-КТ обнаружен у 18 больных. ПЭТ-КТ у 9 пациентов, перенесших операции на толстой кишке по поводу рака, позволила обнаружить возникновение рецидива до клинических проявлений. Благодаря этому, данные пациенты подверглись своевременному повторному радикальному хирургическому вмешательству (рис. 4).

Эффективность ПЭТ-КТ в выявлении локальных рецидивов выше КТ и ПЭТ по отдельности. При ПЭТ-КТ чувствительность составила 98%, специфичность — 97%, точность — 96%.

Генерализация опухолевого процесса диагностирована у 25 больных. ПЭТ-КТ картина характеризовалась метастатическим поражением отдаленных органов и лимфатических узлов при наличии или отсутствии локального рецидива. ПЭТ-КТ семиотика метастатического поражения печени,

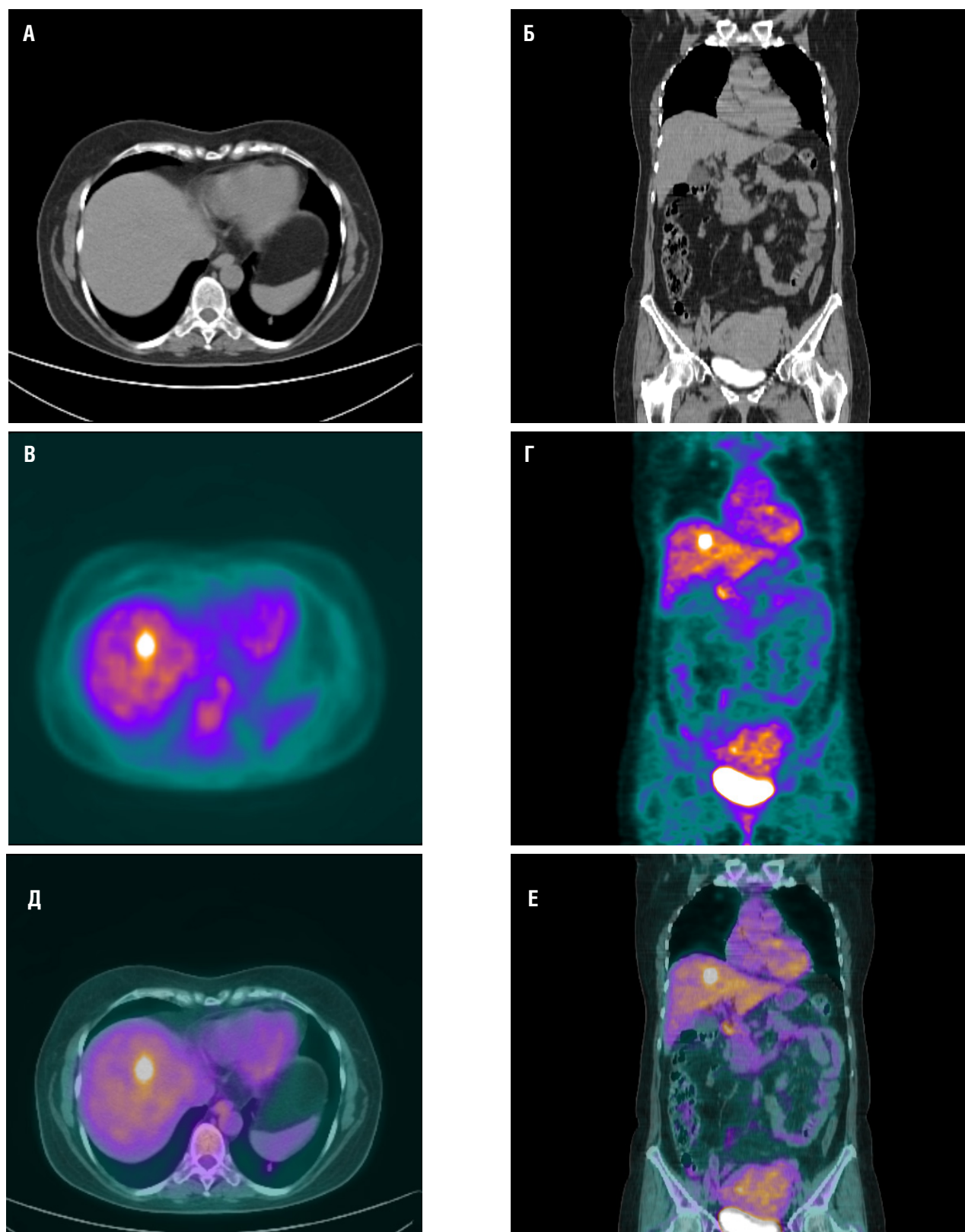


Рис. 3. На компьютерных томограммах (А, Б) видимых структурных изменений в печени не выявлено. На позитронно-эмиссионных томограммах (В, Г) в правой доле печени визуализируется очаг гиперметаболизма ФДГ (SUV=7,2). На ПЭТ-КТ-томограммах определяется точная анатомическая локализация очага гиперметаболизма ФДГ, свидетельствующего о метастатическом поражении

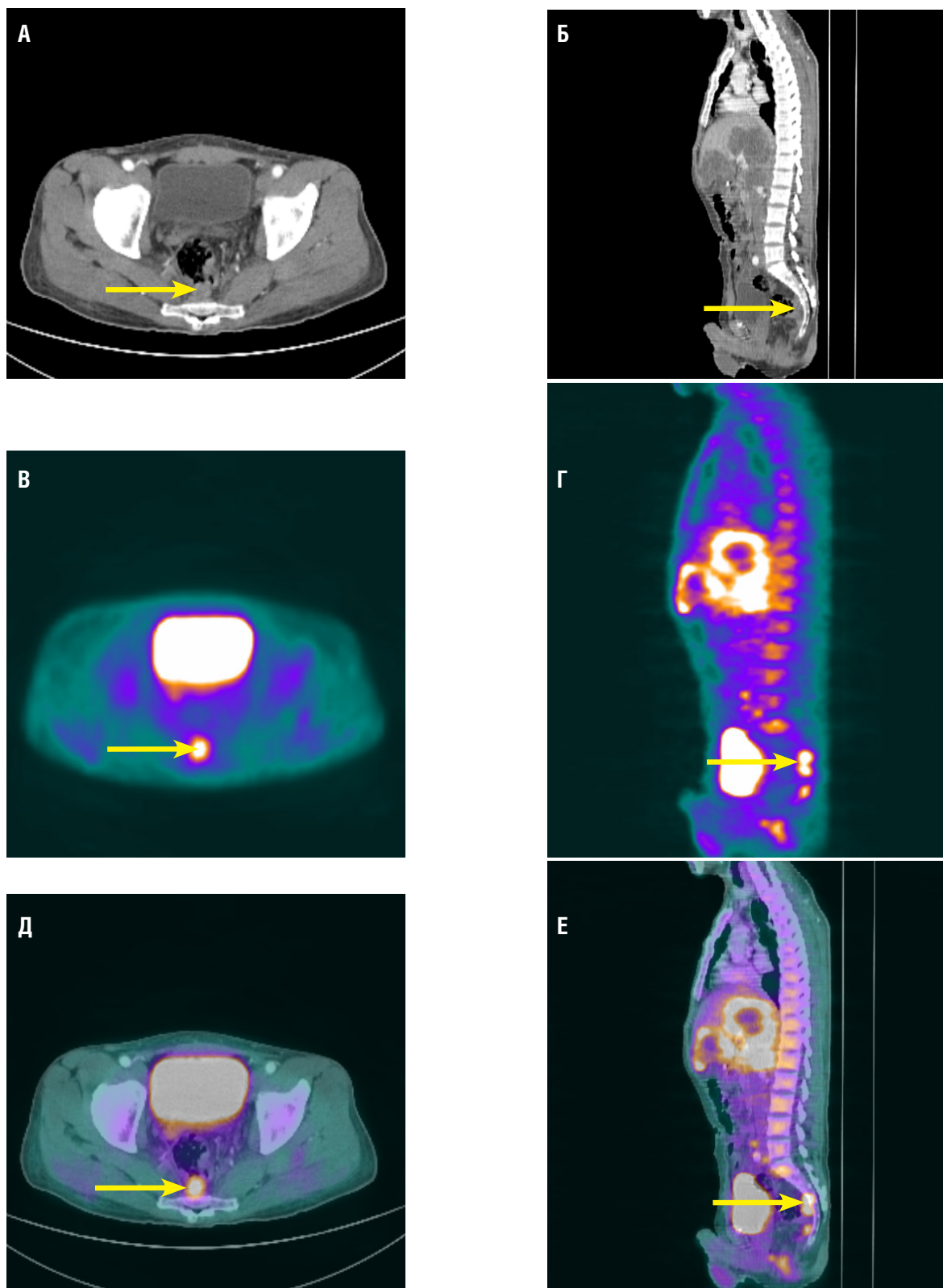


Рис. 4. Состояние после резекции прямой кишки по поводу рака. А, Б: при КТ в аксиальной, сагиттальной плоскостях пресакрально определяется узловое образование, округлой формы, с неровными, нечеткими контурами, накапливающее контрастное вещество. В, Г: при ПЭТ определяется очаг гиперметаболизма ФДГ в области малого таза (SUV=8). Д, Е: при ПЭТ/КТ определяется внекишечный рецидив рака прямой кишки с повышенной фиксацией РФП в нем

брюшины, костей, легких, головного мозга, лимфатических узлов не отличалась от таковой при первичном раке толстой кишки.

ПЭТ-КТ обладает большей информативностью в стадировании колоректального рака, чем КТ. Показатели чувствительности, специфичности, точности для I стадии составляют 95%; 97%; 96%, для II — 84%; 99%; 98%, для III — 94%; 98%; 98%, для IV стадии — 97%; 98%; 98% соответственно.

Показания к проведению ПЭТ-КТ:

- стадирование опухолевого процесса;
- рестадирование злокачественного процесса в ходе выполнения и после завершения лечебных мероприятий (хирургическое вмешательство, химиолучевая терапия);
- диагностика доклинических рецидивов опухоли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение совмещенной ПЭТ-КТ позволяет уточнить стадирование опухолевого процесса до оперативного лечения и в послеоперационном периоде, после проведения различных курсов лучевой и химиотерапии, а также в 24,5% случаев изменить стадию заболевания и, соответственно, тактику дальнейшего лечения.

Совмещенную ПЭТ-КТ с ФДГ целесообразно проводить онкологическим больным, у которых после выполнения стандартных диагностических (рентгенологический и эндоскопический) методов заподозрили или выявили наличие опухоли толстой кишки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксель Е. М., Давыдов М. И., Ушакова Т. И. Злокачественные новообразования желудочно-кишечного тракта: основные статистические показатели и тенденции. *Совр. онкол.* 2001; 4: 141–145.
2. Загороднюк И. В., Тихонов А. А., Орлова Л. П. и др. Возможности МСКТ в оценке местного распространения рака ободочной кишки. *Медицинская визуализация.* 2010; 6: 32–40.
3. Земляной В. П. и др. Современные методы диагностики и оценки степени распространенности рака ободочной и прямой кишки. *Практическая онкология.* 2005; 6 (2): 71–80.
4. Портной Л. М. Некоторые вопросы лучевой диагностики рака толстой кишки. *Вестн. рентгенологии и радиологии.* 2004; 2: 20–33.
5. Ростовцев М. В. и др. К вопросу об алгоритме обследования больных раком толстой кишки. *Вестн. рентгенол. радиол.* 2003; 5: 43–46.
6. Станжевский А. А. Разработка методов совмещения лучевых мультимодальных изображений и их применение в клинике. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. СПб., 2004.

7. Coleman R. E. Clinical PET in oncology. *Clin. Positron. Imaging.* 1998; 1 (2): 15–30.
8. Delbeke D., Martin W. H. PET and PET-CT for evaluation of colorectal carcinoma. *Semin. Nucl. Med.* 2004; 34 (3): 209–223.
9. Dobos N., Rubesin S. E. Radiologic imaging modalities in the diagnosis and management of colorectal cancer. *Hematol. Oncol. Clin. North. Am.* 2002; 16 (4): 875–895.
10. Goldberg H. I., Margulis A. R. Gastrointestinal radiology in the United States: an overview of the past 50 years. *Radiology.* 2000; 216 (1): 1–7.
11. Harisinghani M. G. et al. Halo sign: useful CT sign for differentiating benign from malignant colonic disease. *Clin. Radiol.* 2003; 58 (4): 306–310.
12. Kinkel K. et al. Detection of hepatic metastases from cancer of the gastrointestinal tract by using non invasive imaging methods (US, CT, MRI imaging, PET): a meta-analysis. *Radiology.* 2002; 224 (6): 748–756.
13. Larson S. M. et al. Tumor treatment response based on visual and quantitative changes in global tumor glycolysis using PET-FDG imaging. *Clin. Positron. Imaging.* 1999; 2 (2): 159–171.
14. Meta J. et al. Impact of 18F-FDG PET on managing patients with colorectal cancer: the referring physician's perspective. *J. Nucl. Med.* 2001; 42 (6): 586–590.
15. Minoz-Navas M. et al. Screening colonoscopy in a symptomatic persons. *Endoscopy.* 1992; 24 (7): 645.
16. Stokkel M. P. M. et al. Positron emission tomography with 2-F-18-fluoro-2-deoxy-D-glucose in oncology, part IIIB. *J. Cancer. Res. Clin. Oncol.* 2001; 127 (2): 278–285.
17. Townsend D. W. et al. The SMART scanner: a combined PET/CT tomograph for clinical oncology. *Radiology.* 1998; 209 (31): 169–170.
18. Yoshimoto M. et al. Characterization of acetate metabolism in tumor cells in relation to cell proliferation: acetate metabolism in tumor cells. *Nucl. Med. Biol.* 2001; 28 (4): 117–122.
19. Wahl R. L. et al. Anatomometabolic tumor imaging: fusion of FDG PET with CT and MRI to localize foci of increased activity. *J. N. Med.* 1993; 34 (3): 1190–1197.

REFERENCES

1. Aksel' E. M., Davydov M. I., Ushakova T. I. Zlokachestvennye novoobrazovaniya zheludochno-kishechnogo trakta: osnovnye statisticheskie pokazateli i tendentsii. [Malignant new growths of digestive tract: main statistics and tendencies]. *Sovr. onkol.* 2001; 4: 141–145.
2. Zagorodnyuk I. V., Tikhonov A. A., Orlova L. P. i dr. Vozmozhnosti MSKT v otsenke mestnogo rasprostraneniya raka obodochnoy kishki. [Possibilities of MSKT in assessment of local spread of cancer of an obodochny gut]. *Meditinskaya vizualizatsiya.* 2010; 6: 32–40.
3. Zemlyanoy V. P. et al. Sovremennye metody diagnostiki i otsenki stepeni rasprostranennosti raka obodochnoy i pryamoy

- kishki. [Modern methods of diagnostics and assessment of degree of prevalence of cancer obodochny and rectum]. *Prakticheskaya onkologiya*. 2005; 6 (2): 71–80.
4. Portnoy L. M. Nekotorye voprosy luchevoy diagnostiki raka tolstoy kishki. [Some questions of radiodiagnosis of a colon cancer]. *Vestn. rentgenologii i radiologii*. 2004; 2: 20–33.
 5. Rostovtsev M. V. et al. K voprosu ob algoritme obsledovaniya bol'nykh rakom tolstoy kishki. [To a question of an algorithm of inspection of patients with cancer of a large intestine]. *Vestn. rentgenol. radiol.* 2003; 5: 43–46.
 6. Stanzhevskiy A. A. Razrabotka metodov sovmeshcheniya luchevykh mul'timodal'nykh izobrazheniy i ikh primenenie v klinike. [Development of methods of combination of beam multimodal images and their application in clinic]. PhD-thesis. SPb., 2004.
 7. Coleman R. E. Clinical PET in oncology. *Clin. Positron. Imaging*. 1998; 1 (2): 15–30.
 8. Delbeke D., Martin W. H. PET and PET-CT for evaluation of colorectal carcinoma. *Semin. Nucl. Med.* 2004; 34 (3): 209–223.
 9. Dobos N., Rubesin S. E. Radiologic imaging modalities in the diagnosis and management of colorectal cancer. *Hematol. Oncol. Clin. North. Am.* 2002; 16 (4): 875–895.
 10. Goldberg H. I., Margulis A. R. Gastrointestinal radiology in the United States: an overview of the past 50 years. *Radiology*. 2000; 216 (1): 1–7.
 11. Harisinghani M. G. et al. Halo sign: useful CT sign for differentiating benign from malignant colonic disease. *Clin. Radiol.* 2003; 58 (4): 306–310.
 12. Kinkel K. et al. Detection of hepatic metastases from cancer of the gastrointestinal tract by using non invasive imaging methods (US, CT, MRI imaging, PET): a meta-analysis. *Radiology*. 2002; 224 (6): 748–756.
 13. Larson S. M. et al. Tumor treatment response based on visual and quantitative changes in global tumor glycolysis using PET-FDG imaging. *Clin. Positron. Imaging*. 1999; 2 (2): 159–171.
 14. Meta J. et al. Impact of 18F-FDG PET on managing patients with colorectal cancer: the referring physician's perspective. *J. Nucl. Med.* 2001; 42 (6): 586–590.
 15. Minoz-Navas M. et al. Screening colonoscopy in a symptomatic persons. *Endoscopy*. 1992; 24 (7): 645.
 16. Stokkel M. P. M. et al. Positron emission tomography with 2-F-18-fluoro-2-deoxy-D-glucose in oncology, part IIIB. *J. Cancer. Res. Clin. Oncol.* 2001; 127 (2): 278–285.
 17. Townsend D. W. et al. The SMART scanner: a combined PET/CT tomograph for clinical oncology. *Radiology*. 1998; 209 (31): 169–170.
 18. Yoshimoto M. et al. Characterization of acetate metabolism in tumor cells in relation to cell proliferation: acetate metabolism in tumor cells. *Nucl. Med. Biol.* 2001; 28 (4): 117–122.
 19. Wahl R. L. et al. Anatometabolic tumor imaging: fusion of FDG PET with CT and MRI to localize foci of increased activity. *J. N. Med.* 1993; 34 (3): 1190–1197.



ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Утв. приказом и.о. ректора
ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России от 23.06.16

НАСТОЯЩИЕ ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЯВЛЯЮТСЯ ИЗДАТЕЛЬСКИМ ДОГОВОРОМ

Условия настоящего Договора (далее «Договор») являются публичной офертой в соответствии с п. 2 ст. 437 Гражданского кодекса Российской Федерации. Данный Договор определяет взаимоотношения между редакцией журнала «**Visualization in medicine**» (далее по тексту «Журнал»), зарегистрированного Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Северо-Западному федеральному округу, свидетельство: ПИ № ТУ78-01871 от 17 мая 2016 г., именуемой в дальнейшем «Редакция» и являющейся структурным подразделением ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России, и автором и/или авторским коллективом (или иным правообладателем), именуемым в дальнейшем «Автор», принявшим публичное предложение (оферту) о заключении Договора.

Автор передает Редакции для издания авторский оригинал или рукопись. Указанный авторский оригинал должен соответствовать требованиям, указанным в разделах «Представление рукописи в журнал», «Оформление рукописи». При рассмотрении полученных авторских материалов Журнал руководствуется «Едиными требованиями к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» (Intern. committee of medical journal editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals // Ann. Intern. Med. 1997; 126: 36–47).

В Журнале печатаются ранее не опубликованные работы по профилю Журнала.

Журнал не рассматривает работы, результаты которых по большей части уже были опубликованы или описаны в статьях, представленных или принятых для публикации в другие печатные или электронные средства массовой информации. Представляя статью, автор всегда должен ставить редакцию в известность обо всех направлениях этой статьи в печать и о предыдущих публикациях, которые могут рассматриваться как множе-

ственные или дублирующие публикации той же самой или очень близкой работы. Автор должен уведомить редакцию о том, содержит ли статья уже опубликованные материалы и предоставить ссылки на предыдущую, чтобы дать редакции возможность принять решение, как поступить в данной ситуации. Не принимаются к печати статьи, представляющие собой отдельные этапы незавершенных исследований, а также статьи с нарушением «Правил и норм гуманного обращения с биообъектами исследований».

Размещение публикаций возможно только после получения положительной рецензии.

Все статьи, в том числе статьи аспирантов и докторантов, публикуются бесплатно.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РУКОПИСИ В ЖУРНАЛ

Авторский оригинал принимает редакция. Подписанная Автором рукопись должна быть отправлена в адрес редакции по электронной почте на адрес lt2007@inbox.ru. Автор должен отправить конечную версию рукописи и дать файлу название, состоящее из фамилии первого автора и первых 2–3 сокращенных слов из названия статьи.

СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

К авторскому оригиналу необходимо приложить экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати (бланк можно запросить по адресу lt2007@inbox.ru).

Рукопись считается поступившей в Редакцию, если она представлена комплектно и оформлена в соответствии с описанными требованиями. Предварительное рассмотрение рукописи, не заказанной Редакцией, не является фактом заключения между сторонами издательского Договора.

При представлении рукописи в Журнал Авторы несут ответственность за раскрытие своих финансовых и других конфликтных интересов, способных оказать влияние на их работу. В рукописи должны быть упомянуты все лица и организации,

оказавшие финансовую поддержку (в виде грантов, оборудования, лекарств или всего этого вместе), а также другое финансовое или личное участие.

АВТОРСКОЕ ПРАВО

Редакция отбирает, готовит к публикации и публикует переданные Авторами материалы. Авторское право на конкретную статью принадлежит авторам статьи. Авторский гонорар за публикации статей в Журнале не выплачивается. Автор передает, а Редакция принимает авторские материалы на следующих условиях:

- 1) Редакции передается право на оформление, издание, передачу Журнала с опубликованным материалом Автора для целей реферирования статей из него в Реферативном журнале ВИНИТИ, РНИЦ и базах данных, распространение Журнала/авторских материалов в печатных и электронных изданиях, включая размещение на выбранных либо созданных Редакцией сайтах в сети Интернет в целях доступа к публикации в интерактивном режиме любого заинтересованного лица из любого места и в любое время, а также на распространение Журнала с опубликованным материалом Автора по подписке;
- 2) территория, на которой разрешается использовать авторский материал, — Российская Федерация и сеть Интернет;
- 3) срок действия Договора — 5 лет. По истечении указанного срока Редакция оставляет за собой, а Автор подтверждает бессрочное право Редакции на продолжение размещения авторского материала в сети Интернет;
- 4) Редакция вправе по своему усмотрению без каких-либо согласований с Автором заключать договоры и соглашения с третьими лицами, направленные на дополнительные меры по защите авторских и издательских прав;
- 5) Автор гарантирует, что использование Редакцией предоставленного им по настоящему Договору авторского материала не нарушит прав третьих лиц;
- 6) Автор оставляет за собой право использовать предоставленный по настоящему Договору авторский материал самостоятельно, передавать права на него по договору третьим лицам, если это не противоречит настоящему Договору;
- 7) Редакция предоставляет Автору возможность безвозмездного получения справки с электронными адресами его официальной публикации в сети Интернет;
- 8) при перепечатке статьи или ее части ссылка на первую публикацию в Журнале обязательна.

ПОРЯДОК ЗАКЛЮЧЕНИЯ ДОГОВОРА И ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО УСЛОВИЙ

Заключением Договора со стороны Редакции является опубликование рукописи данного Автора в журнале «**Visualization in medicine**» и размещение его текста в сети Интернет. Заключением Договора со стороны Автора, т. е. полным и безоговорочным принятием Автором условий Договора, является передача Автором рукописи и экспортного заключения.

ОФОРМЛЕНИЕ РУКОПИСИ

Статья должна иметь (НА РУССКОМ И АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКАХ):

1. Заглавие (Title) должно быть кратким (не более 120 знаков), точно отражающим содержание статьи.

2. Сведения об авторах (публикуются). Для каждого автора указываются: фамилия, имя и отчество, место работы, почтовый адрес места работы, e-mail. Фамилии авторов рекомендуется транслитерировать так же, как в предыдущих публикациях или по системе BGN (Board of Geographic Names), см. сайт <http://www.translit.ru>.

2. Резюме (Summary) (1500–2000 знаков, или 200–250 слов) помещают перед текстом статьи. Резюме не требуется при публикации рецензий, отчетов о конференциях, информационных писем.

Авторское резюме к статье является основным источником информации в отечественных и зарубежных информационных системах и базах данных, индексирующих журнал. Резюме доступно на сайте журнала «**Visualization in medicine**» и индексируется сетевыми поисковыми системами. Из аннотации должна быть понятна суть исследования, нужно ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной, интересующей его информации. Резюме должно излагать только существенные факты работы.

Рекомендуемая структура аннотации: введение (Background), цели и задачи (Purposes and tasks), методы (Materials and methods), результаты (Results), выводы (Conclusion). Предмет, тему, цель работы нужно указывать, если они не ясны из заглавия статьи; метод или методологию проведения работы целесообразно описывать, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. Объем текста авторского резюме определяется содержанием публикации (объемом сведений, их научной ценностью и/или практическим значением) и должен быть в пределах 200–250 слов (1500–2000 знаков).

3. Ключевые слова (Key words) от 3 до 10 ключевых слов или словосочетаний, которые будут способствовать правильному перекрестному индексированию статьи, помещаются под резюме с подзаголовком «ключевые слова». Используйте термины из списка медицинских предметных заголовков (Medical Subject Headings), приведенного в Index Medicus (если в этом списке еще отсутствуют подходящие обозначения для недавно введенных терминов, подберите наиболее близкие из имеющихся). Ключевые слова разделяются точкой с запятой.

4. Литература (References). Список литературы должен представлять полное библиографическое описание цитируемых работ в соответствии с NLM (National Library of Medicine) Author A. A., Author B. B., Author C. C. Title of article. Title of Journal. 2005;10(2):49–53. Фамилии и инициалы авторов в пристатейном списке приводятся в порядке упоминания. В описании указываются ВСЕ авторы публикации. Библиографические ссылки в тексте статьи даются цифрой в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Книга: Автор(ы) название книги (знак точка) место издания (двоеточие) название издательства (знак точка с запятой) год издания.

Если в качестве автора книги выступает редактор, то после фамилии следует ред.

Преображенский Б. С., Тёмкин Я. С., Лихачёв А. Г. Болезни уха, горла и носа. М.: Медицина; 1968.

Радзинский В. Е., ред. Перинеология: учебное пособие. М.: РУДН; 2008.

Brandenburg J. H., Ponti G. S., Worring A. F. eds. Vocal cord injection with autogenous fat. 3 rd ed. NY: Mosby; 1998.

Глава из книги: Автор (ы) название главы (знак точка) В кн.: или In: далее описание книги [Автор (ы) название книги (знак точка) место издания (двоеточие) название издательства (знак точка с запятой) год издания] (двоеточие) стр. от и до.

Коробков Г. А. Темп речи. В кн.: Современные проблемы физиологии и патологии речи: сб. тр. Т. 23. М.; 1989: 107–11.

Статья из журнала

Автор (ы) название статьи (знак точка) название журнала (знак точка) год издания (знак точка с запятой) том (если есть в круглых скобках номер журнала) затем знак (двоеточие) страницы от и до.

Кирющенко А. П., Совчи М. Г., Иванова П. С. Поликистозные яичники. Акушерство и гинекология. 1994; N 1: 11–4.

Brandenburg J. H., Ponti G. S., Worring A. F. Vocal cord injection with autogenous fat: a long-term

magnetic resona. Laryngoscope. 1996; 106 (2, pt 1): 174–80.

Тезисы докладов, материалы научных конф.

Бабий А. И., Левашов М. М. Новый алгоритм нахождения кульминации экспериментального нистагма (миниметрия). III съезд оториноларингологов Респ. Беларусь: тез. докл. Минск; 1992: 68–70.

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.

Авторефераты

Петров С. М. Время реакции и слуховая адаптация в норме и при периферических поражениях слуха. Автореф. дис... канд. мед. наук. СПб.; 1993.

Описание Интернет-ресурса

Щеглов И. Насколько велика роль микрофлоры в биологии вида-хозяина? Живые системы: научный электронный журнал. Доступен по: http://www.biorf.ru/catalog.aspx?cat_id=396&d_no=3576 (дата обращения 02.07.2012).

Kealy M. A., Small R. E., Liamputtong P. Recovery after caesarean birth: a qualitative study of women's accounts in Victoria, Australia. BMC Pregnancy and Childbirth. 2010. Available at: <http://www.biomedcentral.com/1471-2393/10/47/>. (accessed 11.09.2013)

Для всех статей, имеющих DOI, индекс необходимо указывать в конце библиографического описания.

По новым правилам, учитывающим требования международных систем цитирования, 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 (трансли-

терация), 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 на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит».
2. Копируем транслитерированный текст в готовящийся список References.
3. Переводим с помощью автоматического переводчика 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 соответствии с принятыми правилами и редактируем список.
5. В конце ссылки в круглых скобках указывается (in Russian). Ссылка готова.

Примеры транслитерации русскоязычных источников литературы для англоязычного блока статьи

Книга: Avtor (y) Nazvanie knigi (znak tochka) [The title of the book in english] (znak tochka) Mesto izdaniya (dvoetochie) Nazvanie izdatel'stva (znak tochka s zapyatoy) god izdaniya.

Preobrazhenskiy B. S., Temkin Ya. S., Likhachev A. G. Bolezni ukha, gorla i nosa. [Diseases of the ear, nose and throat]. M.: Meditsina; 1968. (in Russian).

Radzinskiy V. E., ed. Perioneologiya: uchebnoe posobie. [Perineology tutorial]. M.: RUDN; 2008. (in Russian).

Глава из книги: Avtor (y) Nazvanie glavy (znak tochka) [The title of the article in english] (znak tochka) In: Avtor (y) Nazvanie knigi (znak tochka) Mesto izdaniya (dvoetochie) Nazvanie izdatel'stva (znak tochka s zapyatoy) god izdaniya]. (dvoetochie) stranitsy ot i do.

Korobkov G. A. Temp rech'i. [Rate of speech]. V kn.: Sovremennye problemy fiziologii i patologii rech'i: sb. tr. T. 23. M.; 1989: 107–11. (in Russian).

Статья из журнала: Avtor (y) Nazvanie stat'i (znak tochka) [The title of the article in english] (znak tochka) Nazvanie zhurnala (znak tochka) god izdaniya (znak tochka s zapyatoy) tom (esli est' v kruglykh

skobkakh nomer zhurnala) zatem (znak dvoetochie) stranitsy ot i do.

Kiryushchenkov A. P., Sovchi M. G., Ivanova P. S. Polikistoznye yaichniki. [Polycystic ovary]. Akusherstvo i ginekologiya. 1994; N 1: 11–4. (in Russian).

Тезисы докладов, материалы научных конф.

Babiy A. I., Levashov M. M. Novyy algoritm nakhozhdeniya kul'minatsii eksperimental'nogo nistagma (minimetriya). [New algorithm of finding of the culmination experimental nystagmus (minimetriya)]. III s'ezd otorinolaringologov Resp. Belarus': tez. dokl. Minsk; 1992: 68–70. (in Russian).

Salov I. A., Marinushkin D. N. Akusherskaya taktika pri vnutriutrobnoy gibeli ploda. [Obstetric tactics in intrauterine fetal death]. V kn.: Materialy IV Rossiyskogo foruma «Mat' i ditya». M.; 2000; ch.1:516–9. (in Russian).

Авторефераты

Petrov S. M. Vremya reaktsii i slukhovaya adaptatsiya v norme i pri perifericheskikh porazheniyakh slukha. [Time of reaction and acoustical adaptation in norm and at peripheral defeats of hearing]. PhD thesis. SPb.; 1993. (in Russian).

Описание Интернет-ресурса

Shcheglov I. Naskol'ko velika rol' mikroflory v biologii vida-khozyaina? [How great is the microflora role in type-owner biology?]. Zhivye sistemy: nauchnyy elektronnyy zhurnal. Available at: http://www.biorf.ru/catalog.aspx?cat_id=396&d_no=3576 (accessed 02.07.2012). (in Russian).

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ПРАВИЛЬНОСТЬ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ НЕСЕТ АВТОР.

Остальные материалы предоставляются либо на русском, либо на английском языке, либо на обоих языках по желанию.

Структура основного текста статьи.

Введение, изложение основного материала, заключение, литература. Для оригинальных исследований — введение, методика, результаты исследования, обсуждение результатов, литература.

В разделе «методика» обязательно указываются сведения о статистической обработке экспериментального или клинического материала. Единицы измерения даются в соответствии с Международной системой единиц — СИ. Фамилии иностранных авторов, цитируемые в тексте рукописи, приводятся в оригинальной транскрипции.

Объем рукописей.

Объем рукописи обзора не должен превышать 25 стр. машинописного текста через два интервала, 12 кеглем (включая таблицы, список литерату-

ры, подписи к рисункам и резюме на английском языке), поля не менее 25 мм. Нумеруйте страницы последовательно, начиная с титульной. Объем рукописи статьи экспериментального характера не должен превышать 15 стр. машинописного текста; кратких сообщений (писем в редакцию) — 7 стр.; отчетов о конференциях — 3 стр.; рецензий на книги — 3 стр. Используйте колонтитул — сокращенный заголовок и нумерацию страниц, для помещения вверху или внизу всех страниц статьи.

Иллюстрации и таблицы. Число рисунков рекомендуется не более 5. В подписях под рисунками должны быть сделаны объяснения значений всех кривых, букв, цифр и прочих условных обозначений. Все графы в таблицах должны иметь заголовки. Повторять одни и те же данные в тексте, на рисунках и в таблицах не следует. Рисунки, схемы, фотографии должны быть представлены в расчете на печать в черно-белом виде или уровнями серого в точечных форматах tif, bmp (300–600 dpi), или в векторных форматах pdf, ai, eps, cdr. При оформлении графических материалов учитывайте размеры печатного поля Журнала (ширина иллюстрации в одну колонку — 90 мм, в 2 — 180 мм). Масштаб 1:1.

РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ

Статьи, поступившие в редакцию, обязательно рецензируются. Если у рецензента возникают вопросы, то статья с комментариями рецензента возвращается Автору. Датой поступления статьи считается дата получения Редакцией окончательного варианта статьи. Редакция оставляет за собой право внесения редакторских изменений в текст, не искажающих смысла статьи (литературная и технологическая правка).

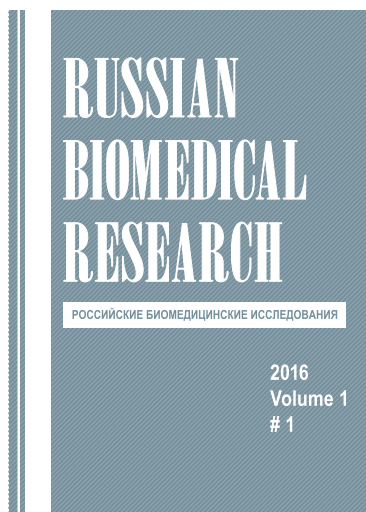
АВТОРСКИЕ ЭКЗЕМПЛЯРЫ ЖУРНАЛА

Редакция обязуется выдать Автору 1 экземпляр Журнала с опубликованной рукописью. Авторы, проживающие в Санкт-Петербурге, получают авторский экземпляр Журнала непосредственно в Редакции. Иногородним Авторам авторский экземпляр Журнала высылается на адрес автора по запросу от автора.

АДРЕС РЕДАКЦИИ

194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., 2
e-mail: lt2007@inbox.ru. Сайт журнала: <http://elibrary.ru>.

Научно-практические журналы Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета



РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

RUSSIAN BIOMEDICAL RESEARCH

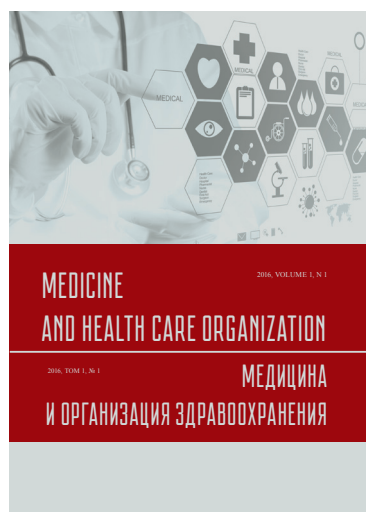
РОССИЙСКИЕ БИОМЕДИЦИНСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Главный редактор: д. м. н., профессор **Андрей Глебович Васильев**

Новое ежеквартальное научно-практическое издание для размещения публикаций, посвященных в основном медико-биологическим проблемам. Медико-биологический комплекс включает морфологические дисциплины (анатомия, гистология, цитология); функциональные — нормальную физиологию, биохимию, биофизику, иммунологию; экспериментальную дисциплину патофизиологию; патологическую анатомию; фармакологию и токсикологию. В эту же группу входят микробиология, бактериология, вирусология, паразитология, гельминтология; медицинская генетика и так далее. Наш журнал публикует обзорные, оригинальные, методические, исторические и прочие статьи, посвященные всем этим дисциплинам, на русском и английском языке. Журнал зарегистрирован в РИНЦ. Журнал предназначен для врачей и исследователей, а также студентов и аспирантов, интересующихся медико-биологическими вопросами.

Электронная версия — <http://RBMR.gpma.ru/>, <http://elibrary.ru>

Статьи просьба направлять по адресу: scrcenter@mail.ru



РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

МЕДИЦИНА И ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

MEDICINE AND HEALTH CARE ORGANIZATION

Главный редактор: д. м. н., профессор **Василий Иванович Орел**

Новое ежеквартальное научно-практическое издание на своей дискуссионной площадке публикует оригинальные, методические, обзорные, исторические и другие статьи, посвященные современным проблемам медицины и организации здравоохранения. Журнал зарегистрирован в РИНЦ.

Журнал предназначен для практикующих врачей, организаторов здравоохранения, аспирантов, ординаторов и студентов, проявляющих интерес к проблемам и реформам в современной медицинской науке и практике, в организации здравоохранения.

Электронная версия — <http://elibrary.ru>

Статьи просьба направлять по адресу: medorgspb@yandex.ru