

# Вестник рентгенологии и радиологии Russian Journal of Radiology

Двухмесячный научно-практический журнал

Основан в 1920 году

*Журнал входит в перечень  
рецензируемых научных журналов ВАК*

Главный редактор д. м. н., профессор А. П. САВЧЕНКО

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д. м. н., профессор Я. С. Бабий; д. м. н., профессор А. В. Брюханов;  
д. м. н., профессор, член-корр. РАМН  
А. Ю. Васильев (заместитель главного редактора);  
к. м. н. Л. И. Дмитриева; д. м. н. Е. А. Егорова;  
д. м. н., профессор, акад. РАМН В. Н. Корниенко;  
к. м. н. И. З. Коробкова (ответств. секретарь);  
д. м. н., профессор, акад. НАНБ А. Н. Михайлов;  
д. м. н., профессор акад. АНРТ М. К. Михайлов;  
д. м. н., профессор А. К. Морозов; д. м. н., профессор Л. А. Низовцова;  
д. м. н., профессор Е. Б. Ольхова; д. м. н., профессор Н. А. Рабухина;  
д. м. н., профессор В. А. Ратников; д. м. н., профессор Н. И. Рожкова;  
д. м. н., профессор В. Е. Сеницын;  
д. м. н., профессор, акад. РАМН С. К. Терновой (1-й заместитель  
главного редактора); д. м. н., профессор В. М. Черемисин;  
к. м. н. О. В. Черкавская (секретарь);  
д. м. н., профессор Б. Е. Шахов; к. м. н. Ш. Ш. Шотемор

**4** август–декабрь 2010

<p><b>Савченко А. П., Акчурин Р. С., Руденко Б. А., Ширяев А. А., Черкавская О. В., Козлов Г. В.</b> Отдаленные результаты применения сиролимус-покрытых стентов «Cypher» у больных ИБС, перенесших операцию аортокоронарного шунтирования, с окклюзионным поражением коронарного русла</p>	<p><b>4</b></p>	<p><b>Savchenko A. P., Akchurin R. S., Rudenko B. A., Shirayev A. A., Cherkavskaya O. V., Kozlov G. V.</b> Long-term follow-up use of “Cypher” sirolimus-eluting stents in patients with coronary heart disease after coronary artery bypass grafting with occlusive lesions of the coronary artery</p>
<p><b>Васильев А. Ю.</b> Лучевая диагностика политравмы</p>	<p><b>13</b></p>	<p><b>Vasilyev A. Yu.</b> Radiodiagnosis of polytrauma</p>
<p><b>Егорова Е. А., Зорина И. С., Сангаева Л. М.</b> Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике остеомиелита</p>	<p><b>18</b></p>	<p><b>Egorova E. A., Zorina I. S., Sangayeva L. M.</b> Multislice spiral computed tomography in the diagnosis of osteomyelitis</p>
<p><b>Васильев А. Ю., Петровская В. В.</b> Возможности дентальной объемной томографии при врожденных расщелинах альвеолярного отростка и твердого неба</p>	<p><b>22</b></p>	<p><b>Vasilyev A. Yu. , Petrovskaya V. V.</b> Capacities of dental volume tomography of congenital clefts of the alveolar process and hard palatea</p>
<p><b>Дьячков К. А., Митрофанов А. И., Дьячкова Г. В.</b> КТ-характеристика солитарных костных кист длинных костей до и после лечения</p>	<p><b>26</b></p>	<p><b>Diachkov K. A., Mitrofanov A. I., Diachkova G. V.</b> CT characteristics of solitary long bone cysts before and after treatment</p>
<p><i>Случай из практики</i></p>		<p><i>Clinical note</i></p>
<p><b>Балицкая Н. В.</b> Случай сосудистой мальформации парааортальных сосудов</p>	<p><b>31</b></p>	<p><b>Balitskaya N. V.</b> A case of vascular malformation of paraaortic vessels</p>
<p><i>Обзоры литературы</i></p>		<p><i>Reviews of literature</i></p>
<p><b>Кротенкова М. В., Сергеев Д. В., Сергеева А. Н., Суслин А. С., Брюхов В. В., Коновалов Р. Н.</b> Методы диагностики острого ишемического инсульта</p>	<p><b>34</b></p>	<p><b>Krotenkova M. V., Sergeyev D. V., Sergeyeva A. N., Suslin A. S., Bryukhov V. V., Konovalov R. N.</b> Diagnostic techniques for acute ischemic stroke</p>

**Савченко А. П., Руденко Б. А., Черкавская О. В.**  
 Результаты применения стента Resolute в каждодневной клинической практике у 5000 больных

**Поляев Ю.А., Шимановский Н.Л.**  
 Безопасность современных йодированных рентгеноконтрастных средств

*В помощь практикующему врачу*

**Гаврилов А. В., Архипов И. В., Куликов И. В., Ятченко А. М.**  
 Цифровые технологии при работе с медицинскими изображениями

*Юбилей*

**Профессор Рабухина Нина Александровна (к 80-летию со дня рождения)**

**43 Savchenko A. P., Rudenko B. A., Cherkavskaya O. V.**  
 Results of using the Resolute stent in everyday clinical practice in 5000 patients

**48 Polyayev Yu. A., Shimanovsky N. L.**  
 Safety of the currently available iodinated radiopaque contrast agents

*Guidelines for the practitioner*

**57 Gavrilov A. V., Arkhipov I. V., Kulikov I. V. , Yatchenko A. M.**  
 Digital technologies while working with medical images

*Anniversary*

**64 Professor Rabukhina Nina Alexandrovna (on the occasion of her 80th birthday)**

Журнал «ВЕСТНИК РЕНТГЕНОЛОГИИ И РАДИОЛОГИИ»  
 Зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации  
 Регистрационный номер 0110962

Адрес редакции: 121552 Москва, ул. 3-я Черепковская, дом 15А,  
 РКНП МЗ РФ корпус 4, каб. 321  
 тел. (495) 414-63-14, 414-63-86, 414-62-94  
 E-mail: vestnik-rentg@mail.ru

Подписной индекс в каталоге «Роспечать»:  
 71486 – для индивидуальных подписчиков, предприятий и организаций  
 © Общество с ограниченной ответственностью «Лучевая диагностика»

Сверстано и отпечатано в НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН  
 119049, Москва, Ленинский проспект, 8  
 т. 8-499-236-92-87

# Отдаленные результаты применения сиролимус-покрытых стентов «Cypher» у больных ИБС, перенесших операцию аортокоронарного шунтирования, с окклюзионным поражением коронарного русла

Савченко А. П., Акчурин Р. С., Руденко Б. А., Ширяев А. А., Черкавская О. В., Козлов Г. В.

ФГУ Российский кардиологический научно-производственный комплекс Министерства здравоохранения и социального развития РФ, г. Москва

## Long-term follow-up use of “Cypher” sirolimus-eluting stents in patients with coronary heart disease after coronary artery bypass grafting with occlusive lesions of the coronary artery

Savchenko A. P., Akchurin R.S., Rudenko B. A., Shirayev A. A., Cherkavskaya O. V., Kozlov G. V.

*Russian Cardiology Research-and-Production Complex, Russian Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation, Moscow*

Целью исследования явилась оценка результатов стентирования коронарных артерий сиролимус-покрытыми стентами «Cypher» («Сайфер»), фирмы Cordis, Johnson & Johnson (США), у больных ишемической болезнью сердца (ИБС), которым ранее выполнено аортокоронарное шунтирование (АКШ). На ретроспективной основе в работу был включен 51 пациент, которым имплантированы стенты «Сайфер». Группу контроля составили 65 пациентов с ИБС, также перенесших АКШ, но которым эндоваскулярное лечение не проводилось, они получали только медикаментозную терапию. Группы не отличались по клиническим характеристикам. Процедуре реваскуляризации подвергнуты 79 стенозов в группе стентов с лекарственным покрытием. Непосредственный успех коррекции стенозов составил 84.3%. Повторное обследование проводилось через 1 и 2 года после операции. В группе пациентов с эндоваскулярной тактикой лечения было меньше пациентов с симптомами стенокардии, была ниже потребность в приеме нитратов, большее среднее значение толерантности к физической нагрузке по результатам стресс-теста ( $p < 0.05$ ), чем у пациентов в контрольной группе.

**Выводы.** Стентирование хронических окклюзий коронарных артерий у пациентов с ИБС после АКШ с использованием сиролимус-покрытых стентов «Cypher» фирма Cordis, Johnson & Johnson, (США) является эффективной процедурой с точки зрения отдаленных результатов с низкой частотой рецидива стенокардии и повторной реваскуляризации миокарда.

Реваскуляризация миокарда является одним из наиболее эффективных методов лечения больных с различными формами ИБС [1, 2]. Однако, наряду с широким применением в клинике операции коронарного шунтирования все более серьезную проблему стал представлять в отда-

ленные сроки после операции возврат стенокардии у пациентов [3, 4]. Необходимость в повторной операции АКШ колеблется от 2 до 4% через 5 лет, от 7 до 15% через 10 лет [5]. Повторная операция является более сложной процедурой. Операционная летальность в этих случаях

The aim of this study is to assess the 1 and 2-year follow-up of treatment with Cypher drug-eluting stents (Cordis, Johnson & Johnson, USA) for chronic symptomatic coronary artery occlusions in CHD patients after coronary artery bypass graft. That was a retrospective study that included 51 patients who had been implanted Cypher stents. A control group comprised 65 symptomatic patients with coronary heart disease (CHD) after coronary artery bypass grafting with occlusive lesions of the coronary artery, who was carried out only conservative treatment (without PTCA). Patients received standard medicinal treatment. The groups did not differ in clinical characteristics. 79 stenoses in the eluting stent groups were subject to revascularization. The immediate cure rate was 84.3%. During the follow-up, one patient (2.3%) died and 4 (9.3%) underwent coronary bypass surgery in the drug-eluting stent group; there were 3 (4.6%) deaths and 10 (15.4%) patients had coronary bypass surgery in the control group. After stenting we noted a reliable decrease of patients with anginal attacks, of the used nitrates, increase the average physical tolerance by stress-testing ( $p < 0.05$ ) than by patients in control group.

**Conclusion:** stenting chronic coronary artery occlusions in patients with coronary heart disease (CHD) after coronary artery bypass grafting with the use of Cypher drug-eluting stents (Cordis, Johnson & Johnson, USA) is an effective procedure from the viewpoint of long-term results, with low frequency of recurrent angina and repeated myocardial revascularization.

*Ключевые слова:* стенты с лекарственным покрытием, хроническая окклюзия коронарных артерий, аорто-коронарное шунтирование

*Index terms:* drug-eluting stents, chronic occlusions of coronary artery, coronary artery bypass grafting

колеблется от 3 до 11% [6]. Симптоматическое улучшение после повторной операции происходит у 60–70% пациентов, в то время как после первого АКШ оно составляет 80–90%. После выполнения повторной оперативного вмешательства 5-летняя выживаемость колеблется от 75 до 86%, против 80–91% – после первичного. Возврат стенокардии III–IVФК через 5 лет после повторной операции имеет место практически у половины пациентов [7]. До недавнего времени методами лечения больных данной категории являлись медикаментозная терапия и повторная реваскуляризация миокарда [8]. На сегодняшний день применение менее травматичного эндоваскулярного метода лечения (стентирование коронарных артерий и/или шунтов) в этих случаях позволяет снизить уровень операционного риска, улучшить качество жизни пациентов. Использование стентов без лекарственного покрытия снижает риск рестеноза в сравнении с баллонной ангиопластикой, но частота рестеноза при этом остается достаточно высокой и достигает 24–32% [9]. Интенсивные исследования по предупреждению развития рестеноза стентированных сегментов привели к созданию стентов с лекарственным покрытием, обладающих выраженным антипролиферативным действием, препятствующих миграции гладкомышечных клеток к месту повреждения интимы сосудистой стенки [10]. В настоящее время, стенты с лекарственным покрытием с успехом используются у тяжелой категории больных с многососудистым поражением коронарных артерий, при реканализации окклюзий коронарных артерий, при рестенозах ранее имплантированных стентов, при наличии у пациентов сахарного диабета, при возврате стенокардии после операции АКШ [11, 12]. Однако, с накоплением опыта, в мировой литературе появились сообщения о сниже-

нии эффективности имплантации покрытых стентов через 1–3 года после выполненного вмешательства, в том числе и у пациентов с хроническими тотальными окклюзиями коронарных артерий [13]. В отдаленном периоде число больших кардиальных осложнений, необходимость в проведении повторных реваскуляризаций у таких больных не отличалось от подобных показателей в группе пациентов, которым были имплантированы стенты без покрытия [13]. Имеются сообщения и о более частом развитии поздних тромбозов (более 6 мес.) у пациентов при использовании стентов «Cyrpher» и «Taxis», в сравнении с непокрытыми стентами, например, Швейцарское исследование Basket-Late, что не позволяет считать окончательно решенным вопрос о безопасности использования антипролиферативных стентов у больных [13]. Целью настоящей работы явилось изучение сравнительной клинической эффективности медикаментозных и эндоваскулярных методов лечения больных с рецидивом клиники ИБС с окклюдированным поражением нативного русла после АКШ при помощи стентов с лекарственным покрытием «Cyrpher» («Сайфер»), фирма

«Cordis, Johnson & Johnson» (США) в отдаленном периоде.

### Материал и методы

В исследование включен 51 больной с рецидивом симптомов стенокардии после операции аортокоронарного шунтирования (АКШ) с окклюзиями коронарных артерий. Этим пациентам в отделе рентгеноангиографии была выполнена реканализация коронарных артерий, с последующим стентированием реканализованного сегмента сиролимус-покрытыми стентами «Cyrpher». Средний возраст больных составил  $61.7 \pm 7$  лет, 43 (84.3%) больных были мужчины, 17 (33.3%) пациентов страдали артериальной гипертензией, 6 (12.2%) – сахарным диабетом, у 10 (19.6%) пациентов выявлен атеросклероз множественной локализации, у 34 (66.7%) зарегистрирована гиперхолестеринемия, 38 (74.5%) пациентов курили, 14 (27.5%) имели избыточный вес. У 16 (31.4%) больных в анамнезе был инфаркт миокарда, у 6 (12.2%) при поступлении была нестабильная стенокардия, у 4 (7.8%) имелась стенокардия напряжения II ФК, у 31 (80%) пациента стенокардия напряжения III–IV ФК (таблица 1). В группу сравнения

Таблица 1

#### Клиническая характеристика больных в исследуемых группах

	Консервативная тактика (n – 65)	%	Нативное русло (n – 51)	%
Возраст	$61.2 \pm 9$		$61.7 \pm 7$	
Пол				
муж.	60	92.3	43	84.3
жен.	5	7.7	8	15.7
Стенокардия II ф. к.	8	12.3	4	7.8
Стенокардия III ф. к.	33	50.8	26	51
Стенокардия IV ф.к.	16	24.6	15	29
Нестабильная стенокардия	8	12.3	6	12.2
Безболевая ишемия	7	10.8	5	9.3
Постинфарктный кардиосклероз	31	47.7	16	31.4
Артериальная гипертензия	20	30.8	17	33.3
Сахарный диабет	8	12.3	6	12.2
Атеросклероз множественной локализации	25	38.5	10	19.6
Гиперхолестеринемия	46	70.8	34	66.7
Гипертриглицеридемия	23	35.4	18	35.3
Курение	51	78.5	38	74.5
Ожирение	19	29.2	14	27.5

**Морфологическая характеристика пациентов  
в группе с инвазивной тактикой лечения нативного русла**

Среднее время проведения стентирования после АКШ (лет)	Абсолютные цифры	%
Среднее время проведения стентирования после АКШ (лет)	6.2 ± 3.4	
Окклюзия ПНА	23	45.1
Окклюзия ОА	11	21.6
Окклюзия ПКА	17	33.3
Общее количество пораженных сегментов	79	100
Ангуляция более 45% пораженного сосуда	12	15.2
Кальциноз	25	31.6
Извитость	18	22.8
Наличие боковых ветвей	10	12.7
Общее количество имплантированных стентов	79	100
Средняя длина стентированного сегмента (мм.)	24.75 ± 9.9	
Среднее количество стентов на одного пациента	1.84	

входило 65 пациентов с рецидивом симптомов стенокардии после операции АКШ, эндоваскулярное вмешательство которым не проводилось. Группы не отличались по клиническим характеристикам.

Эндоваскулярное лечение проводилось с применением стандартной техники стентирования. За 5 дней до процедуры назначались антиагреганты: плавикс 75 мг/сутки или тиклид 500 мг/сутки и аспирин 100 мг/сутки. В начале процедуры внутривенно вводился гепарин из расчета 70 ЕД/кг, каждые 30 мин. во время процедуры определяли активированное частичное тромбопластиновое время, которое поддерживалось на уровне в 2.5–3 раза выше нормы. После процедуры продолжался постоянный прием аспирина по 100 мг и плавикса (75 мг/сутки) или тиклида (500 мг/сутки) в течение 6–12 месяцев. Данные клинического наблюдения регистрировали при повторной госпитализации, амбулаторном наблюдении. В группе инвазивного лечения нативного русла 26 больным была выполнена контрастная коронарошунтография. Производился автоматический количественный анализ ангиограмм. Наличие гемодинамически значимого рестеноза

расценивалось как наличие стеноза более 50% или окклюзии в области имплантации стента. Частота развития рестеноза рассчитывалась в процентах: доля сегментов с гемодинамически значимым рестенозом от общего количества сегментов, где выполнялось вмешательство.

**Статистический анализ.**

Статистический анализ материала проведен с использованием программного пакета SPSS, версия 11.5. Сравнительный анализ групп больных выполнен с использованием t-критерия Стьюдента для количественных признаков. Для анализа качественных признаков в исследуемых группах использован непараметрический критерий  $\chi^2$  и точный критерий Фишера. При сравнении групп пациентов по количеству перенесенных осложнений был применен анализ выживаемости методом Каплана-Мейера.

**Результаты**

Среднее время проведения стентирования после АКШ составило 6.2 ± 3.4 года. Вмешательство выполнялось у 23 (45.1%) пациентов на передней нисходящей артерии (ПНА), у 11 (21.6%) на огибающей артерии (ОА), у 17 (33.3%) на правой коронарной артерии (ПКА). Процедуре реваскуляризации по-

двергнуты 79 пораженных сегментов. Имплантировано 79 стентов. Средняя длина стентированного сегмента 24.75 ± 9.9 (мм.), среднее количество стентов на одного пациента 1.84 (таблица 2).

Общий ангиографический успех вмешательства составил 84.3%. Из 31 пациента, которые имели боковую ветвь, отходящую от места стеноза, у 12 (23.5%) больных эндоваскулярные вмешательства проводились с защитой боковых ветвей. Безуспешность вмешательства в большинстве случаев была обусловлена технической невозможностью провести проводник у 4 (50% от общего числа неудачных вмешательств) больных, провести баллон – у 2 (25%), провести стент – у 1 (12.5%) больного. У 1 (12.5%) пациента наблюдалось неполное расправление стента. Окклюзия боковой ветви отмечена у 1 (3.2%) пациента. Тромбозы магистральных сосудов в госпитальном периоде отсутствовали (таблица 3).

**Сопоставление результатов наблюдения через год после лечения в группах с консервативной и инвазивной тактикой лечения.**

В группе с инвазивной тактикой были обследованы пациенты, которым было выполнено успешное эндоваскулярное вмешательство – 43 пациента.

Таблица 3

**Непосредственные ангиографические результаты эндоваскулярного лечения**

	Абсолютные цифры	%
Общее количество пациентов	51	100
Ангиографический успех вмешательства	43	84.3
Вмешательства с защитой боковых ветвей	12	23.5
Безуспешность вмешательства:	8	16.7
не удалось провести проводник	4	50
не удалось провести баллон	2	25
не удалось провести стент	1	12.5
неполное расправление стента	1	12.5
Тромбоз магистрального сосуда в госпитальном периоде	0	
Окклюзия боковой ветви	1	3.2

Таблица 4

**Результаты клинического наблюдения в течение первого года в группах с консервативной и инвазивной тактиками лечения**

	Консервативная тактика (n – 65)	Инвазивная тактика (n – 43)	P
Летальный исход	3 (4.6%)	1 (2.3%)	P > 0.05
ИМ с Q зубцом	2 (3%)	1 (2.3%)	P > 0.05
ИМ без зубца Q	5 (7.7%)	2 (4.6%)	P > 0.05
Симптомы стенокардии	51 (78.5%)	7 (16.3%)	P < 0.05
Проведение повторной АКШ	10 (15.4%)	4 (9.3%)	P > 0.05

Таблица 5

**Медикаментозная терапия по данным годичного наблюдения в группах с различными тактиками лечения**

	Консервативная тактика (n – 65)	Инвазивная тактика (n – 43)	P
Аспирин	65 (100%)	43 (100%)	
Гиполипидемические препараты	34 (52.3%)	20 (46.5%)	P > 0.05
Ингибиторы АПФ	38 (58.5%)	23 (53.5%)	P > 0.05
Антагонисты кальция	26 (40%)	14 (32.6%)	P > 0.05
Нитраты	40 (61.5%)	7 (16.3%)	P < 0.05
β-блокаторы	32 (49%)	18 (42%)	P > 0.05

Летальный исход в течение первого года был у 3 больных (4.6%) в группе консервативной тактики и у 1 (2.3%) в группе имплантации стентов. Развитие инфаркта миокарда с зубцом Q наблюдалось у 2 (3%) пациентов в группе с консервативной тактикой и у 1 (2.3%) больного в группе с инвазивной тактикой. Развитие инфаркта миокарда без зубца Q наблюдалось у 5 (7.7%) пациентов в группе с консервативной тактикой и у 2 (4.6%) больного в группе с инвазивной тактикой. Появление симптомов стено-

кардии в течение года отмечено у 51 (78.5%) больных в группе консервативной тактики и у 7 (16.3%) больных в группе с инвазивной тактикой. Проведение повторного АКШ потребовалось у 10 (15.4%) больных с консервативной тактикой и у 4 (9.3%) больных в группе с инвазивной тактикой (таблица 4).

Как свидетельствуют полученные результаты, через год после лечения у больных с консервативной тактикой лечения необходимость в приеме нитратов была достоверно выше по сравнению с группой, где проводи-

лась имплантация покрытых стентов.

Через год после проведенного лечения пациентам в исследуемых группах была проведена ВЭМ-проба. В группе с консервативной тактикой лечения положительный результат ВЭМ-пробы наблюдался у 37 (57%) пациентов. У 12 (18.4%) пациентов проба не доведена до диагностических критериев, у 2 (3%) больных результат пробы был отрицательным, 14 (21.6%) больным проба не проводилась. В группе с инвазивной тактикой лечения положительный результат

**Показатели ВЭМ-пробы у больных в исследуемых группах по данным годичного наблюдения**

Показатель	Консервативная тактика (n – 65)	Инвазивная тактика (n – 43)	P
Положительный результат	37 (57%)	6 (14%)	P < 0.05
Продолжительность, мин	7.5 ± 1.5	11.8 ± 1.7	P < 0.05
Мощность, Вт	93 ± 11	106 ± 14	P < 0.05

Таблица 7

**Результаты клинического наблюдения через 2 года в группах с консервативной и инвазивной тактиками лечения**

	Консервативная тактика (n – 52)	Инвазивная тактика (n – 38)	P
Летальный исход	2 (3.8%)	1 (2.6%)	P > 0.05
ИМ с зубцом Q	3 (5.8%)	2 (5.2%)	P > 0.05
ИМ без зубца Q	5 (9.6%)	2 (5.2%)	P > 0.05
Симптомы стенокардии	39 (75%)	8 (21%)	P < 0.05
Проведение повторной АКШ	11 (21.2%)	4 (10.5%)	P < 0.05

пробы был у 6 (14%) пациентов. Проба не доведена до диагностических критериев у 10 (23.2%) больных данной группы, отрицательный результат пробы зарегистрирован у 19 (44.2%) больных, не проводилась проба у 8 (18.6%) больных (таблица 6).

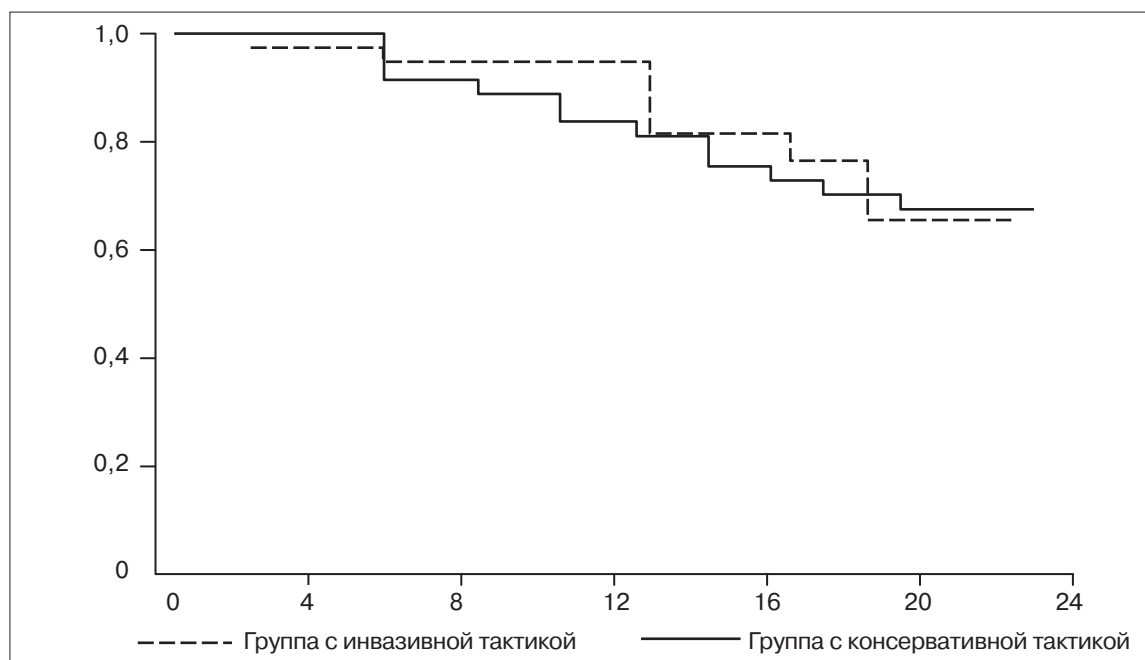
Таким образом, основные параметры (время нагрузки, мощность нагрузки) были достоверно выше в группе с инвазивной тактикой лечения по сравнению с группой, где тактика лечения была консервативной.

**Сопоставление результатов наблюдения через 2 года в группах консервативной и инвазивной тактикой лечения.**

В течение второго года наблюдения в группе с консервативной тактикой умерло 2 (3.8%) больных, Q-образующий инфаркт миокарда развился у 3 (5.8%) больных, инфаркт миокарда без зубца Q развился у 5 (9.6%) пациентов, симптомы стенокардии отмечены у 39 (75%) больных. Операция коронарного шунтирования выпол-

нена у 11 (21.2%) больных.

В группе с инвазивной тактикой лечения в течение второго года наблюдения умер 1 (2.6%) пациент, инфаркт миокарда с зубцом Q развился у 2 (5.2%) больных, инфаркт миокарда без зубца Q – также у 2 (5.2%) пациентов, рецидив симптомов стенокардии отмечен у 8 (21%) больных. Операция коронарного шунтирования выполнена у 4 (10.5%) пациентов (таблица 7). Медикаментозная терапия, проводимая в исследуемых



**Рис. 1.** Сравнение кривых выживаемости без коронарных событий в исследуемых группах за двухлетний период наблюдения.

**Медикаментозная терапия через два года в исследуемых группах**

	Консервативная тактика (n – 52)	Инвазивная тактика (n – 38)	P
Гиполипидемические препараты	24 (46.2%)	17 (44.7%)	P > 0.05
Ингибиторы АПФ	32 (61.5%)	21 (55.3%)	P > 0.05
Антагонисты кальция	27 (52%)	16 (42.1%)	P > 0.05
Нитраты	38 (73%)	8 (21%)	P < 0.05
β-блокаторы	31 (59.6)	18 (47.4%)	P > 0.05

Таблица 9

**Показатели ВЭМ-пробы у больных в исследуемых группах через два года после лечения**

Показатель	Консервативная тактика (n – 52)	Инвазивная тактика (n – 38)	P
Положительный результат	33 (63.5%)	8 (21%)	P < 0.05
Продолжительность, мин	5.8±1.1	8.1±1.2	P < 0.05
Мощность, Вт	81±9	96±12	P < 0.05

группах через 2 года после лечения, представлена в таблице 8.

При анализе кривых выживаемости без развития коронарных событий (симптомы стенокардии + инфаркт миокарда + коронарная смерть) выявлены достоверные различия между исследуемыми группами к концу второго года наблюдения (рис. 1).

Через два года после лечения у больных с консервативной тактикой лечения необходимость в приеме нитратов сохранялась более высокой по сравнению с группой, где проводилась имплантация покрытых стентов. Через два года после проведенного лечения пациентам в исследуемых группах была проведена ВЭМ-проба. В группе с консервативной тактикой лечения положительный результат ВЭМ-пробы наблюдался у 33 (63.5%) пациентов. У 8 (15.4%) пациентов проба не доведена до диагностических критериев, у 1 (1.9%) больного результат пробы был отрицательным, 10 (19.2%) больным проба не проводилась. В группе с инвазивной тактикой лечения положительный результат пробы был у 8 (21%) пациентов. Проба не доведена до диагностических критериев у 9 (23.7%) больных данной группы,

Таблица 10

**Показатели рестеноза и прогрессирования атеросклероза через 1, и 2 года после стентирования**

	Стентирование нативных артерий (n – 26)
Коронарошунтография через 1 год:	
рестеноз в стентированных сегментах	1 (3.8%)
прогрессия атеросклероза в других сегментах коронарного русла	2 (7.7%)
Коронарошунтография через 2 года:	
рестеноз в стентированных сегментах	1 (3.8%)
прогрессия атеросклероза в других сегментах коронарного русла	4 (15.4%)

отрицательный результат пробы зарегистрирован у 14 (36.9%) больных, не проводилась проба 7 (18.4%) больным (таблица 9).

Основные параметры (время нагрузки, мощность нагрузки) были достоверно выше в группе с инвазивной тактикой лечения по сравнению с группой, где тактика лечения была консервативной.

По данным контрастной коронарной ангиографии, выполненной через один и два года после имплантации стентов в группе инвазивной тактики лечения, рестеноз в стентированных сегментах составил 3.8% (и в первый и во второй год), прогрессия атеросклероза в других сег-

ментах – 7.7% и 3.8%, соответственно (таблица 10).

**Обсуждение**

Реваскуляризация миокарда является одним из наиболее эффективных методов лечения больных с различными формами ИБС [1, 2]. Прогрессирование атеросклероза в коронарных артериях и в аорто-коронарных шунтах побуждает ученых к поиску оптимальной тактики лечения пациентов с возвратом стенокардии, перенесших операцию АКШ. На сегодняшний день применение менее травматичных эндоваскулярных методов лечения (ангиопластика и стентирование шунтов и коро-

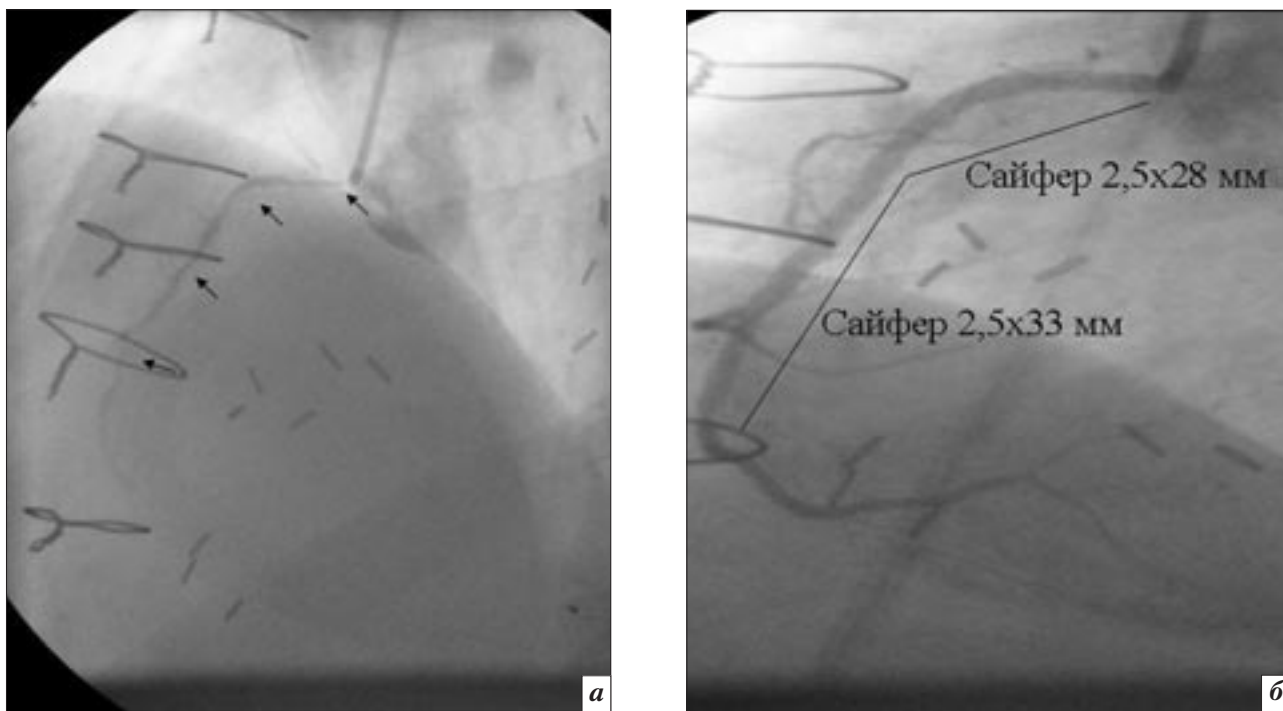
нарных артерий) в этих случаях позволяет снизить уровень операционного риска, улучшить качество жизни пациентов. До внедрения стентов баллонная ангиопластика шунтов сопровождалась развитием рестеноза при их стенотических поражениях от 18 до 60%, а при ангиопластике реканализованных шунтов до 100% в течение 36 мес. [14, 15]. При этом частота успешной дилатации нативных коронарных артерий достигала 80–90%, однако, необходимость повторной ангиопластики составляла от 6 до 38% [16]. Непосредственные результаты эндоваскулярных процедур были улучшены с внедрением в клиническую практику коронарного стентирования: более чем в 95% случаев процедура была успешной. Хороший непосредственный результат у каждого третьего больного нивелировался из-за возникновения рестеноза внутри стента. Различные подходы в лечении и профилактике рестеноза, такие как внутрисосудистое радиационное облучение, повторная ангиопластика и стентирование не были доста-

точно эффективны. Проблема рестеноза оставалась самой главной в течение десятилетия [17, 18]. Появление коронарных проводников различной степени жесткости, баллонных катетеров низкого профиля с улучшенными техническими параметрами способствует значительному повышению успеха реканализации хронических окклюзий, а использование стентов с лекарственным покрытием позволяет снизить частоту рестеноза в отдаленном периоде [19].

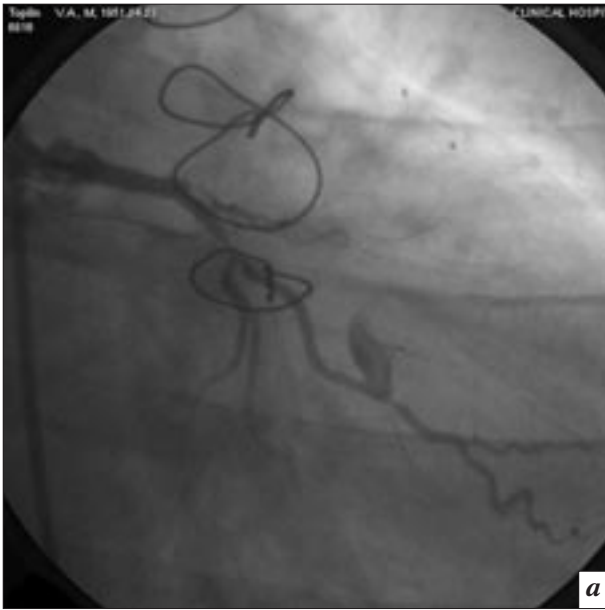
В нашей работе было показано, что эндоваскулярное лечение окклюзионных поражений нативного русла у пациентов с рецидивом стенокардии после операции АКШ с использованием стентов Surfer в большинстве случаев позволяет добиться хорошего отдаленного ангиографического результата (рис. 2, 3).

По данным исследований TOAST-GISE, PRISON II, Varlis et al. частота успешных реканализаций хронических окклюзий колеблется от 65% до 85%. К основным причинам неудач относятся невозможность про-

ведения проводника, баллона, стента дистальнее окклюзии [20]. Эти данные совпадают с результатами нашего исследования. Так, в группе стентирования окклюзионного поражения нативного коронарного русла успех вмешательства составил 84.3%. Неудачные вмешательства были связаны с технической невозможностью провести проводник у 4 (50% от общего числа неудачных вмешательств) больных, провести баллон – у 2 (25%), провести стент – у 1 (12.5%) больного. У 1 (12.5%) пациента наблюдалось неполное расправление стента. Окклюзия боковой ветви отмечена у 1 (3.2%) пациента. Тромбозы магистральных сосудов в госпитальном периоде отсутствовали. Необходимость в повторных реваскуляризациях после эндоваскулярных операций на хронических окклюзиях коронарных артерий составляет 3.7–6% через 1 год, 6.4–12% через 2 года, рестеноз (10–19%), развитие кардиологических осложнений (5–15%) [19]. Наши данные сопоставимы с результатами других исследований. Так, через 1



**Рис. 2.** Имплантация двух стентов Surfer после реканализации правой коронарной артерии: *а* – до реканализации; *б* – после реканализации.



**Рис. 3.** Реканализация ПНА у больного после операции АКШ: *а* – окклюзия ПНА и маммарного шунта к ней; *б* – реканализация ПНА; *в* – результат после имплантации стента.

год в группе больных с имплантацией стентов развитие инфаркта миокарда с зубцом Q наблюдалось у 1 (2.3%) пациента, без зубца Q у 2 (4.6%), летальный исход у 1 (2.3%) пациента, проведение повторного реваскуляризации миокарда потребовалось 4 (9.3%) пациентам. Через 2 года Q-образующий инфаркт миокарда развился у 2 (5.2%) больных, без зубца Q – также у 2 (5.2%) пациентов, умер 1 (2.6%) пациент, повторная реваскуляризация выполнена у 4 (10.5%) пациентов. Полученные в нашей работе данные совпадают с результатами основных исследований, посвященных лечению хро-

нических окклюзий коронарного русла с использованием стентов Cypher. Данные клинических обследований, полученные в нашем исследовании, свидетельствуют о значительно лучших годовых и двухгодичных результатах у пациентов, перенесших эндоваскулярное лечения нативного коронарного русла, в сравнении с результатами у пациентов с консервативной тактикой лечения. Летальность и частота развития инфаркта миокарда не отличалась в исследуемых группах через 1 и 2 года после вмешательства. Тем не менее, пациентов с наличием симптомов стенокардии в группе

стентирования было меньше в 4.8 раза через 1 год и в 3.5 раза через 2 года в сравнении с группой с консервативной терапией. Необходимость в проведении повторных процедур реваскуляризации через 2 года была меньше в 2 раза в группе стентирования. У больных с имплантацией стентов через 1 год и 2 года после лечения наблюдалась лучшая толерантность к физической нагрузке и меньшая потребность в приеме нитратов.

#### **Выводы**

Применение стентов «Cypher» с лекарственным покрытием у больных с рецидивом стенокардии

после АКШ с окклюзирующим поражением нативного русла безопасно при хороших отдаленных результатах лечения. При этом в течение 24 мес. снижается необходимость в проведении повторных реваскуляризаций, значительно уменьшается число пациентов с наличием симптомов стенокардии, потребность в приеме нитратов, отмечается лучшая толерантность к физической нагрузке по сравнению с пациентами, получавшими только консервативную терапию.

При использовании стентов «Cypher» степень рестеноза, по данным контрастной коронарной ангиографии, выполненной через один и два года после имплантации стентов, незначительна и составляет 3.8% в год.

#### Литература

1. Акчурун Р.С., Ширяев А.А., Галаятдинов Д.М. Показания к операции коронарного шунтирования у больных с различным течением ИБС // Рус. Мед. журн. – 2004. – Т. 10, №19. – С. 871-873.
2. Varnauskas E. European Coronary Surgery Study Group. Twelve-year follow-up of survival in the randomized European Coronary Surgery Study // *New Engl. J. Med.* – 1988. – Vol. 319. – P. 332-337.
3. Оценка ближайших и отдаленных результатов операций АКШ и чрескожной транслюминальной коронарной ангиопластики / Р.С. Навицкас, Ш.Ю. Киндурус др. // *Кардиология.* – 1994. – № 8. – С. 39-43.
4. Brener S.J., Ellis S.G. Repeat revascularization in patients with prior CABG: angioplasty or surgery? // *ACC Curr. J. Review.* – 1997. – Vol.6. – P. 42-44.
5. Fitzgibbon G.M., Kafka H.P., Leach A.J. Coronary bypass graft fate and patient outcome: angiographic follow-up of 5065 grafts related to survival and reoperation in 1388 patients during 25 years // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 1996. – Vol. 28. – P. 616-626.
6. Loop F.D., Cosgrove D.M. Repeat coronary bypass surgery: selection of cases, surgical risks and long-term outlook // *Mod. Concepts Cardiovasc. Dis.* – 1986. Vol. 55. – P. 31-36.
7. Cameron A., Kemp H.G., Green G.E. Re-operation for coronary artery disease // *Circulation.* – 1988. – Vol. 78, Suppl. I. – P. 158-162.
8. Жбанов И.В., Батрынак А.А., Шабалкин Б.В. Использование внутренних грудных артерий при повторной реваскуляризации миокарда // *Грудная и сердечно-сосуд. хир.* – 1994. – № 1. – С.18-20.
9. A comparison of balloon expandable-stent implantation with balloon angioplasty in patients with coronary artery disease / P.W. Serruys, P. de Jaegere, F. Kiemeneij et al. // *New Engl. J. Med.* – 1994. – Vol. 331. – P. 489-495.
10. Marx S.O, Marx A.R. Bench to bedside: the development of rapamycin and its application to stent restenosis // *Circulation.* – 2001. – Vol. 104. – P. 852-855.
11. Применение сиролимуспокрытых стентов "Cypher" у больных ИБС с различными типами поражения коронарных артерий / Ю.Н. Беленков, Ю.Г. Матчин, Т.Г. Горгадзе и др. // *Вестн. Рентгенол. Радиол.* – 2006. – №3.
12. Госпитальные и отдаленные результаты применения коронарного стента Cypher / Б. Тиряки, И.В. Першуков, В.В. Лопухова, А.Н. Самко // *Кардиология.* – 2006. – № 1. – С. 4-7.
13. Brunner- La Rocca, Kaiser C. Pfisterer M/ BASKET-LATE [www.medscape.com/viewarticle/529648](http://www.medscape.com/viewarticle/529648)
14. Reeder G.S., Bresnahan J.F., Holmes D.R., Jr. Angioplasty for aorto-coronary bypass graft stenosis // *Mayo Clin. Proc.* – 1986. – Vol. 61. – P. 14-19.
15. Reeves F., Bonan R., Cote H. Long-term angiographic follow-up after angioplasty of venous coronary bypass grafts // *Am. Heart J.* – 1991. – Vol. 122. – P. 620-627.
16. Транслюминальная баллонная ангиопластика у больных с возвратом стенокардии после операции аортокоронарного шунтирования / Б.Г. Алякян, Ю.И. Бузиашвили, Г.П. Власов и др. // *Грудная и сердечно-сосуд. хир.* – 1996. – № 6. – С. 22-23.
17. Teirstein P.S., Kuntz R.E. New frontiers in interventional cardiology: intravascular radiation to prevent restenosis // *Circulation.* – 2001. – Vol. 104. – P. 2620 – 2626.
18. Waksman R. Vascular brachytherapy: applications in the era of drug-eluting stents // *Rev. Cardiovasc. Med.* – 2002. – Vol. 3, Suppl. 5. – P. S23-S30.
19. Sirolimus-eluting stent in chronic total occlusion: the SICTO study / C. Lotan, Y. Almagor, K. Kuiper et al. // *J. Interv. Cardiol.* – 2006. – Vol. 4. – P. 307-312.
20. Primary Stenting of Totally Occluded Native Coronary Arteries II (PRISON II): a randomized comparison of bare metal stent implantation with sirolimus-eluting stent implantation for the treatment of total coronary occlusions / M.J. Suttorp, G.J. Laarman, B.M. Rahel et al. // *Circulation.* – 2006. – Vol. 114, № 9. – P. 921-928.

Поступила 17.02.2010

# Лучевая диагностика политравмы

Васильев А. Ю.

ГОУ ВПО Московский государственный

медико-стоматологический университет Росздрава

## Radiodiagnosis of polytrauma

Vasilyev A.Yu.

Moscow State University of Medicine and Dentistry,  
Russian Agency for Health Care

В статье рассмотрены организационные аспекты проведения лучевой диагностики политравмы на до- и госпитальном этапе оказания помощи. Установлено, что на догоспитальном этапе оказания помощи лучевая диагностика нецелесообразна. На этапе оказания стационарной помощи возможны два пути проведения диагностических исследований: первый на основе сочетанного использования традиционных рентгеновских методик и ультразвукового исследования, второй – применения мультиспиральной компьютерной томографии как метода первого этапа при тяжелой сочетанной травме. Установлено, что мультиспиральная компьютерная томография является методом выбора при исследовании больных с политравмой, позволяя в короткие сроки выявить весь спектр повреждений различных анатомических областей.

The paper considers the organizational aspects of radiodiagnosis of polytrauma at the pre- and inpatient stages of care. Radiodiagnosis has been found to be inexpedient at inpatient stage of care. At the inpatient stage of care, there may be two ways to conduct diagnostic studies: 1) to concurrently use traditional X-ray and ultrasound studies and 2) to employ multislice spiral computed tomography as the method of the former stage in severe concomitant injury. Multislice spiral computed tomography has been established to be the method of choice in examining the patients with polytrauma, allowing for early identification of the whole spectrum of injuries in various anatomic regions.

### Введение

**Политравма** – это повреждение, которые сопровождаются тяжелыми сочетанными или множественными травмами с острым нарушением жизненно важных функций организма и требующих мероприятий интенсивной терапии в специализированных травматологических центрах [1, 6].

Важным моментом при оказании помощи при политравме является концепция «золотого часа», в течение которого должны быть восстановлены жизненно важные функции. Эта концепция лежит в основе оказания неотложной помощи тяжело пострадавшим [3, 4]. В США средний срок доставки раненых в травмцентр составляет 46 минут, в Германии – 18 минут. В РФ такие данные в доступной литературе не встретились.

В настоящее время лучевая диагностика составляет один из наиболее значимых компонентов помощи больным с политравмой, однако ее организация требует дальнейшего совершенствования с учетом появления новых высокотехнологичных методов обследования пострадавших.

### Материал и методы

Проанализированы результаты лучевых обследований 65 пострадавших с политравмой. На догоспитальном этапе оказания помощи обследовано 20 пациентов, которым выполнено ультразвуковое исследование органов брюшной полости на портативном ультразвуковом аппарате Sonosite (США) и рентгенография органов грудной полости и конечностей на цифровом передвижном аппарате КП МобиРенТrixell с циф-

ровым приемником PixiumPortable 3543.

На стационарном этапе 20 пациентам проводилось стандартная рентгенография различных анатомических зон и ультразвуковое исследование органов брюшной полости, забрюшинного пространства. Рентгенографию выполняли на цифровом рентгенодиагностическом комплексе Icons (Сименс), а ультразвуковое исследование на аппарате премиум класса IU22 (Филлипс). У 25 пострадавших

#### Ключевые слова:

политравма, стандартная рентгенография, УЗИ, мультиспиральная КТ

*Index terms:* polytrauma, standard X-ray study, ultrasound study, multislice spiral CT

проведена мультиспиральная компьютерная томография на аппарате Brilliance-64(Филипс) по программе исследования «Whole body».

Все обследованные больные находились в **тяжелом или в крайне тяжелом состоянии**, а изменения сопровождались гематомами мозга, множественными переломами конечностей и травмой паренхиматозных органов.

### Результаты и обсуждение

На догоспитальном этапе перед лучевыми диагностами стояли следующие задачи:

– выявление переломов костей конечностей и жизнеугрожающих травм, множественных переломов ребер с нарастающим гемопневмотораксом;

– выявление наличия кровотечения.

На месте происшествия обследовано 5 пациентов с различными травмами конечностей. При рентгенографии у всех пострадавших выявлены множественные переломы костей голени, сочетающиеся в 3-х случаях с множественными переломами ребер, в 2-х наблюдениях – с переломами ключицы, в 2-х наблюдениях – переломами костей верхней конечности (плечевой кости и локтевого сустава).

Ультразвуковое исследование органов брюшной полости и забрюшинного пространства выявило в одном случае наличие гематомы печени, а в 2-х наблюдениях – повреждение почки с неполным ее разрывом.

В целом можно констатировать, что несмотря на выявлен-

ные изменения использование методов лучевой диагностики на до госпитальном этапе вряд ли представляется целесообразным. В условиях дефицита времени и отсутствия достаточной квалификации персонала для проведения исследований выполнение рентгенографии и ультразвукового исследования на месте происшествия не принесло эффективного результата, а лишь способствовало задержке по времени эвакуации пострадавшего.

**На стационарном этапе** обследования пострадавших возможности методов лучевой диагностики принципиально определялись наличием функционирующей круглосуточной диагностической службы, способной выполнять современные виды исследования.

Противопоказанием к проведению лучевой диагностики пострадавших при политравме на стационарном этапе были следующие причины:

– расстройство жизненно важных функций, требующих их незамедлительной коррекции;

– бурно нарастающие явления сдавления головного мозга интракраниальной гематомой (промедление с оперативным вмешательством приведет к летальному исходу);

– обширное продолжающееся наружное или внутреннее кровотечение, требующее немедленного хирургического вмешательства.

Существуют два пути оказания диагностической помощи при политравме.

**Первый путь** – сочетанное применение традиционных рентгеновских методик и ультразвуко-

вого исследования. В таблице 1 представлены данные по возможностям этих методик в выявлении основных повреждений органов и систем.

Как видно из таблицы, указанные методы дополняли друг друга и при правильном использовании диагностических методик повреждения были выявлены в 96% случаев. При этом удалось определить локализацию и характер повреждения, степень тяжести травмы.

Ложноотрицательные результаты получены в 5 наблюдениях при невозможности применения методики в полном объеме из-за тяжести состояния пострадавших.

Следует подчеркнуть некоторые методологические аспекты проведения исследования по данному алгоритму. Во-первых, все исследования проводились в условиях приемного отделения. Во-вторых, при выполнении рентгеновских исследований в результате перемещения пострадавшего с каталки (носилки) на деку рентгеновского аппарата или поворот его с целью выполнения рентгенограммы в нужной проекции могут наступить тяжелые осложнения. Поэтому для исключения или уменьшения риска осложнений всегда манипулировали рентгеновской трубкой и кассетой, не беспокоя пациента.

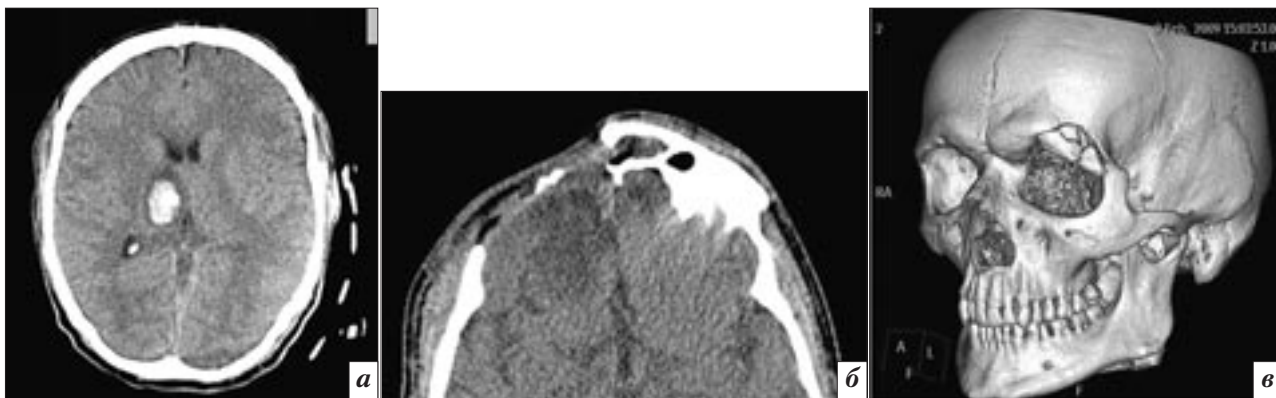
**Второй путь** включал применение МСКТ как метода первого этапа для исследования пострадавших с политравмой.

Многие исследователи в Европе доказали, что мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) всего тела при

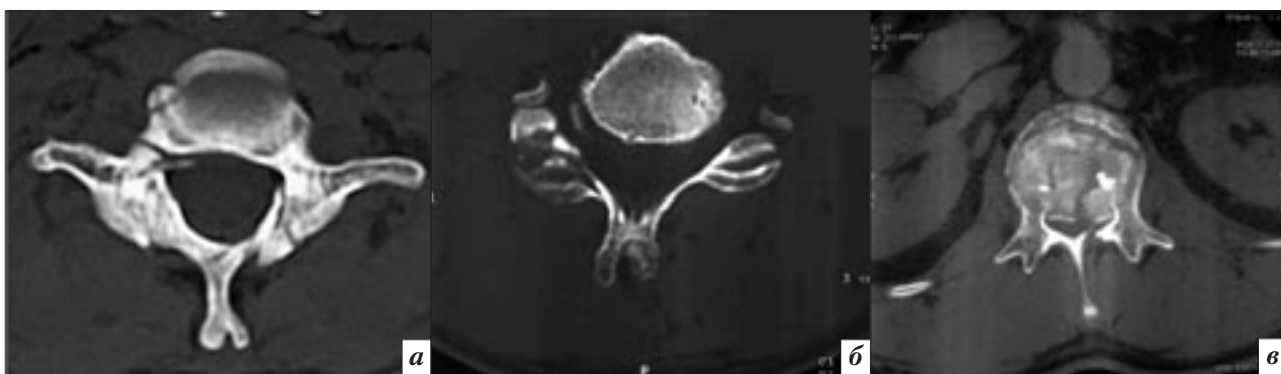
Таблица 1

Объем и вид обследования пострадавших с политравмой

Показания	Рентгенодиагностика	Ультразвуковое исследование
Травматические повреждения	Вывихи, переломы костей конечностей, позвоночника, черепа, грудной клетки	Повреждения мягких тканей (гематома) и внутренних органов (печень, селезенка и др.)
Повреждения внутренних органов грудной клетки	Травматический пневмонит, пневмоторакс, гемоторакс и др.	Плевральный выпот, гемоперикард
Повреждения внутренних органов брюшной полости	Перфорация полого органа	Выпот в брюшной полости, повреждения забрюшинных органов



**Рис. 1.** Мультиспиральная компьютерная томография черепа пострадавшего с политравмой: *a* – внутримозговая гематома; *б* – разрушение лобной пазухи с признаками ушиба лобной доли справа; *в* – мультипланарная реконструкция при повреждении скулоорбитального комплекса – перелом латеральной стенки орбиты.



**Рис. 2.** Тот же пациент. Мультиспиральная компьютерная томография позвоночника: *a* – симметричный перелом дужек С6 позвонка; *б* – многооскольчатый перелом правого дугоотростчатого сустава С5; *в* – многооскольчатые переломы L1 позвонка с наличием костных осколков с спинномозговым канале; *г* – реконструкция изображения поясничного отдела позвоночника – клиновидный перелом L2 с наличием изолированного костного фрагмента в переднем его отделе.

исследовании больных с политравмой является методом выбора и «золотого стандарта» в сравнении с алгоритмом сочетания методов традиционной рентгенографии с УЗИ [ 2, 5].

Все обследованные пациенты были в тяжелом или крайне тяжелом состоянии. У 40% обследованных не были выявлены признаки травматического или геморрагического шока и методом первого этапа была МСКТ, в 7 случаев дополненная УЗИ (преимущественно для осуществления контроля за увеличе-

нием жидкости в плевральной и брюшной полостях).

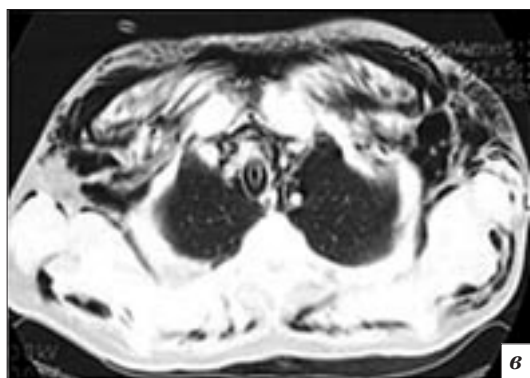
В то же время 60% пострадавших при поступлении на стационарный этап лечения находились в состоянии шока, поэтому на первом этапе проводилась стабилизация состояния пациента и только при улучшении состояния – МСКТ с интубацией в условиях лечебного наркоза.

Анализ данных МСКТ у пострадавших с политравмой по объективности и объему получаемой информации показал, что этот метод является наиболее эффек-

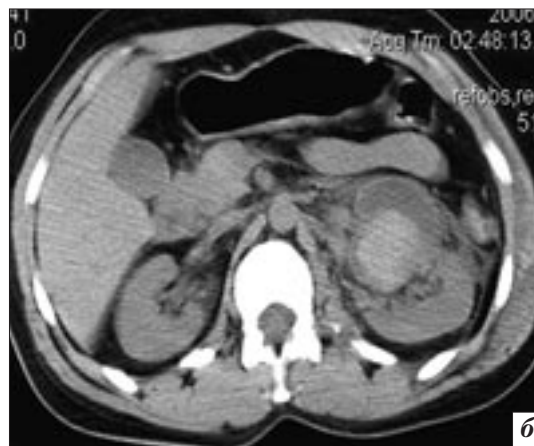
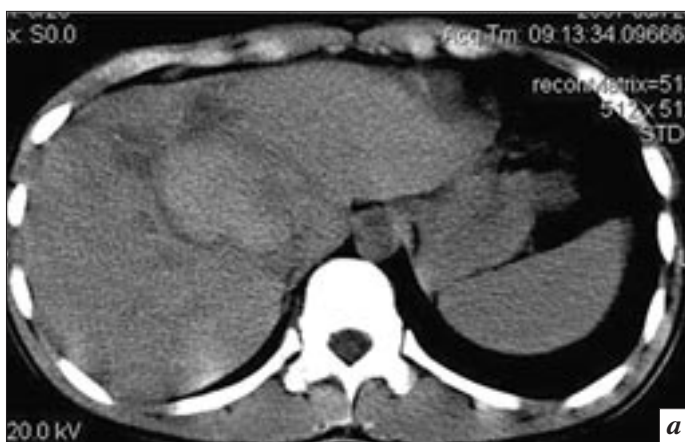
тивным методом лучевой диагностики, обеспечивая за одно исследование полную характеристику вида повреждения.

Так, при МСКТ черепа определялись переломы костей черепа, гематомы мозга, переломы костей лицевого скелета и челюстей (рис. 1).

В 11 случаях травм позвоночника и спинного мозга МСКТ позволило уточнить не только вид повреждения, но и наличие костных отломков в спинномозговом канале, что невозможно при стандартной рентгенографии позвоночника (рис. 2).



**Рис. 3.** Мультиспиральная компьютерная томография грудной клетки пострадавшего с политравмой (состояние крайней тяжести): *а* – повреждение гортани с частичным разрушением ее правой стенки; *б* – повреждение пищевода с затеком водорастворимого контрастного вещества в средостение; *в* – выраженная подкожная эмфизема.



**Рис. 4.** Травма паренхиматозных органов. Мультиспиральная компьютерная томография: *а* – в 6 сегменте печени определяется гиперденсивная структура – гематома; *б* – разрыв лоханки левой почки с частичным разрушением паренхимы и наличием гиперденсивной гематомы в области повреждения.

Исследование 15 пациентов с травмой грудной клетки за одно исследование выявляло травму гортани, подкожную эмфизему, переломы ребер, а также травму легкого с наличием гемо или пневмоторакса и разрывы пищевода (рис. 3).

МСКТ при травме органов брюшной полости и забрюшинного пространства позволила прежде всего определить разрыв

и гематомы паренхиматозных органов (печени и селезенки, почек) (рис. 4).

Сравнительная характеристика эффективности методов лучевой диагностики показывает безусловное преимущество МСКТ в выявлении основных патологических синдромов политравмы (табл. 2).

Из методических особенностей следует подчеркнуть, что вы-

полнение МСКТ при политравме требует слаженной работы всего персонала отделений; учитывая строгий лимит времени, исследование пострадавших проводится в сжатые сроки. Так, позиционирование не должно превышать 5 минут, проведение самого исследования – 4 минуты, последующее перемещение пациента на каталку – не более

**Сравнительная характеристика эффективности методов лучевой диагностики  
в выявлении основных патологических синдромов политравмы**

Основные патологические симптомы	Рентгенография	МСКТ	УЗИ
Свободный газ в брюшной полости	+	++	+ -
Пневмоторакс	+	++	-
Гидроторакс	+	++	+
Подкожная эмфизема и эмфизема средостения	+	+	+
Внутрилегочные кровоизлияния	+ -	++	-
Переломы костей разной локализации с определением степени и характера смещения отломков	+	++	-
Выявление свободной жидкости (крови) в серозных полостях разной локализации	-	+	+
Повреждение паренхиматозных органов с определением их характера (внутриорганные гематомы, забрюшинные гематомы и т.д.)	-	++	+
Переломы костей таза	+	+	-
Травмы суставов	+	++	-

3 минут. Таким образом, полный объем исследования не превышает 12 минут, что значительно меньше по времени при традиционном варианте обследования пострадавших.

#### Выводы

1. Применение методов лучевой диагностики на догоспитальном этапе оказания медицинской помощи пострадавшим с политравмой представляется нецелесообразным.

2. Одной из важных составляющих улучшения помощи является применение МСКТ как метода первой линии в диагнос-

тике основных синдромов политравмы.

3. Мультиспиральная компьютерная томография может рассматриваться как метод «золотого стандарта» в диагностике характера и объема повреждений органов и систем при политравме.

#### Литература

1. Гуманенко Е. К., Козлов В. К. *Политравма*. – М. : ГЭОТАР-Медиа – 598 с.
2. Рогожин В.А. *Некоторые возможности МСКТ при политравме. Медицинская визуализация. Спец. выпуск*. – М. : Виздар. – С. 379–380.

3. Цыбуляк Г. Н. *Общая хирургия повреждений: Рук-во для врачей*. – СПб. : Гиппократ, 2005. – С. 48 .

4. Allogower M., Border J. R. *Advances in the care of the multiple trauma patient // World J. Surg.* – 1983. – Vol. 7, № 1. – P. 1–3.

5. Jinsenmaier U. *Роль МСКТ при политравме // Материалы Европейского конгресса радиологов*. – Вена, 2009. – С. 64.

6. Wilder R. *Multiple trauma*. – Basel; Munchen; Paris; London, 1984. – P. 273.

Поступила 28.10.2010

# Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике остеомиелита

Егорова Е. А., Зорина И. С., Сангаева Л. М.

ГОУ ВПО Московский государственный

медико-стоматологический университет Росздрава

## Multislice spiral computed tomography in the diagnosis of osteomyelitis

Egorova E. A., Zorina I. S., Sangayeva L. M.

Moscow State University Of Medicine And Dentistry,  
Russian Agency for Health Care

Данная статья посвящена результатам лучевого исследования 34 пациентов с клиническими проявлениями остеомиелитов челюстно-лицевой области. Описана лучевая семиотика изменений, возникающих в кости и окружающих ее мягких тканях челюстно-лицевой области в различные фазы остеомиелита. При сравнительном анализе ортопантограмм и изображений, полученных при мультиспиральной компьютерной томографии было выявлено преимущество последней в выявлении изменений мягких тканей и обнаружении незначительных изменений костной ткани.

This paper deals with the results of a radiation study in 34 patients with the clinical manifestations of maxillofacial osteomyelitis. It describes the radiation semiotics of changes occurring in the bone and its surrounding soft tissues of the maxillofacial region in different phases of osteomyelitis. Comparative analysis of orthopantomograms and images obtained by multislice spiral computed tomography revealed the benefits of the latter in detecting soft tissue changes and subtle bone alterations.

### Введение

Остеомиелит челюстно-лицевой области (ЧЛО) представляет собой инфекционный гнойно-некротический процесс, развивающийся в кости и окружающих ее мягких тканях под влиянием агрессивных факторов физической, химической или биологической природы на фоне предварительной сенсibilизации и нейрогуморальных сдвигов, предшествующих заболеванию [1, 2]. Выделяют травматический, первично-хронический и гематогенный остеомиелит [3]. По клиническим, патологоанатомическим и рентгенологическим проявлениям в развитии и течении остеомиелита челюстей различают 3 стадии: острую, подострую и хроническую [1].

В настоящее время основным методом для диагностики остео-

миелита челюстно-лицевой области является рентгенологический, и наиболее часто применяемой методикой исследования является ортопантомография, но ее возможности в визуализации тонких структур кости, а также изменений в мягких тканях весьма ограничены.

Цель исследования: изучить возможности мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в диагностике остеомиелита ЧЛО.

### Материал и методы

Обследовано 34 пациента в возрасте от 10 до 77 лет с остеомиелитом ЧЛО (19 – одонтогенным, 15 – посттравматическим) в различные фазы течения заболевания (11 пациентов с острой, 12 – с подострой и 11 – с хронической фазой). Всем пациентам выполнялась ортопантомография

на аппарате Proscan (Planmeca, Финляндия). Мультиспиральная компьютерная томография была выполнена 29 пациентам на аппарате Brilliance 64 (Philips, Голландия).

### Результаты и обсуждение

Среди обследованных нами пациентов с одонтогенным остеомиелитом наиболее многочисленную группу составили пациенты с поражением нижней челюсти (94,7 %).

Одонтогенный остеомиелит возникал в результате многократных обострений хроничес-

#### Ключевые слова:

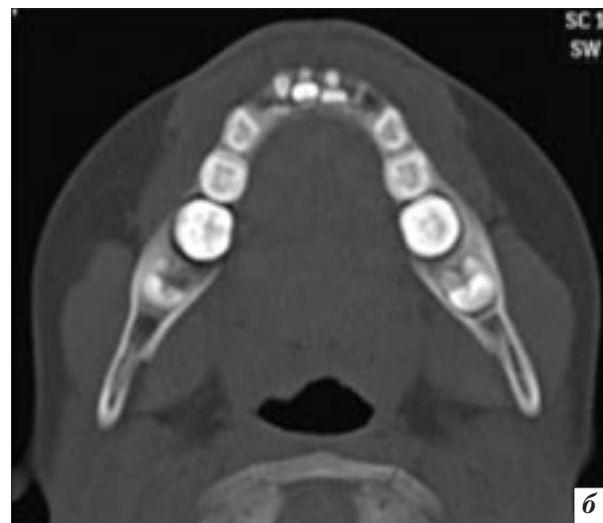
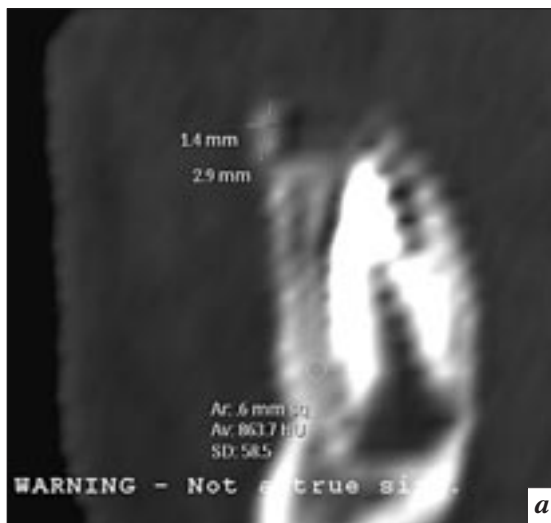
остеомиелит, челюстно-лицевая область, мультиспиральная КТ

#### Index terms:

osteomyelitis, maxillofacial region, multislice spiral CT



**Рис. 1.** Ортопантограмма больной Д., 67 лет: на уровне отсутствующего зуба 45 у нижнего края нижней челюсти определяется участок уплотнения костного вещества, окруженный зоной разряжения, которая сообщается с полостью рта свищевым ходом. По нижнему краю нижней челюсти отмечаются линейные периостальные наслоения.



**Рис. 2.** Компьютерные томограммы больной Б., 16 лет, *а* – сагиттальный и *б* – аксиальный срезы: определяется деструкция альвеолярного гребня и вестибулярной пластинки с образованием секвестра размером 1,4x2,9 мм в области зачатка зуба 32.

ких периодонтитов, при инфицировании лунки удаленного зуба и радикулярных кистах.

Среди группы пациентов с посттравматическим остеомиелитом чаще всего встречались двойные переломы нижней челюсти (в зоне приложения силы и отраженные) – 12 случаев, остальные локализации составили 3 случая.

В зоне приложения травмирующей силы обычно возникали оскольчатые переломы со сложной линией излома, смещение фрагментов зависело от мышечной тяги и направления травмирующей силы. Отраженные переломы определялись в наименее прочных местах – по срединной сагиттальной плоскости тела, в области угла челюсти, ее ветвей, в основании мышечкового отростка. В альвеолярной части

все переломы были открытыми (доходили до лунок зубов), первично инфицированными.

Отмечено, что развитие остеомиелита проходило в три фазы: острую, подострую и хроническую независимо от причин и локализации гнойно-некротического процесса.

В острую фазу клинически отмечались боль, общевоспалительные симптомы, наличие ран с сукровично-серозным отделяемым. На данной стадии ортопантомография оказалась неинформативной, так как основные изменения происходили в мягких тканях. При МСКТ картина была неспецифична: определялось увеличение в объеме мягких тканей и снижение их дифференцировки.

При остром одонтогенном остеомиелите клинически и рентгенологически выявлялись изме-

нения характерные для кариеса (16%), периодонтита (25%), наличия остаточного корня удаленного зуба (59 %). Данных за присутствие структурных изменений костной ткани челюстей не выявлялось.

В подострой фазе, при всех видах остеомиелита, на первый план выходили рентгенопозитивные изменения: воспалительная деструкция, некротизация и секвестрация кости, периостальные наслоения. Данные признаки с достоверностью можно определить при ортопантомографии (рис.1).

Для уточнения распространенности и выраженности воспалительного процесса в кости и окружающих тканях в 86 % случаев выполнялась МСКТ. На компьютерных томограммах (рис. 2) визуализировались мел-

кие секвестры (размером до 5 мм, которые были плохо различимы на ортопантомограммах), локализующиеся в толще челюстей, тонкие периостальные наслоения, определялась связь секвестральных полостей с окружающими структурами (пазухами, каналом нижнечелюстного нерва и т. п.).

При хронизации процесса отмечалось уменьшение размеров зоны деструкции, ассимилированные периостальные наслоения и выраженный остеосклероз, а также рубцовая перестройка мягких тканей, гнойные полости и свищи (без проведения фистулографии), которые плохо визуализировались на ортопантомограмме. Для диагностики этих изменений наиболее информативными была МСКТ.

### Клинический пример

Больной Н., 43 лет. Через 11 дней после получения травмы была произведена операция по поводу флегмоны подчелюстной области и субмассетериального пространства, через 7 дней была выполнена ортопантомография и обнаружено: оскольчатый перелом нижней челюсти в области угла, поперечный перелом тела нижней челюсти слева в области зуба 34, оскольчатый перелом основания головки мышцелкового отростка справа (рис. 3).

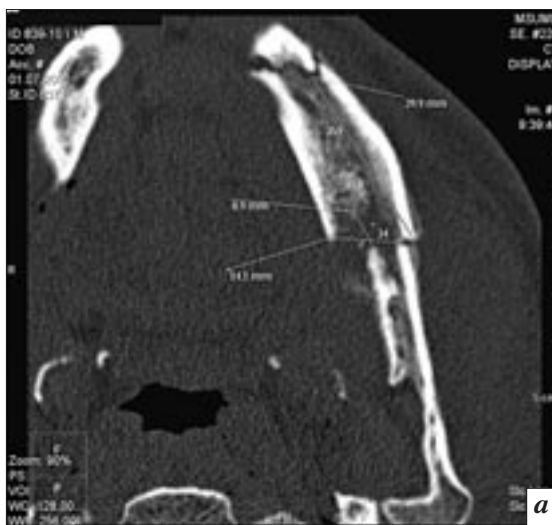
При выполнении МСКТ выявлен поперечный перелом угла нижней челюсти слева, между отломками определяется деструктивная полость размером 8,9×14,1 мм с нечеткими, неровными контурами, заполненная мягкотканым компонентом плот-

ностью +34 НУ; края отломков сглаженные, склерозированные; определяются линейные периостальные наслоения с оральной и вестибулярной стороны, плотность их достигает +540 НУ; между отломками – свободнолежащие костные фрагменты размером до 2,32 мм. Имеет место также поперечный перелом тела нижней челюсти слева на уровне отсутствующего 34 зуба; между переломами на уровне угла и тела нижней челюсти определяется промежуточный костный фрагмент протяженностью 39,9 мм, по его вестибулярной стороне – явления линейного периостита (рис. 4).

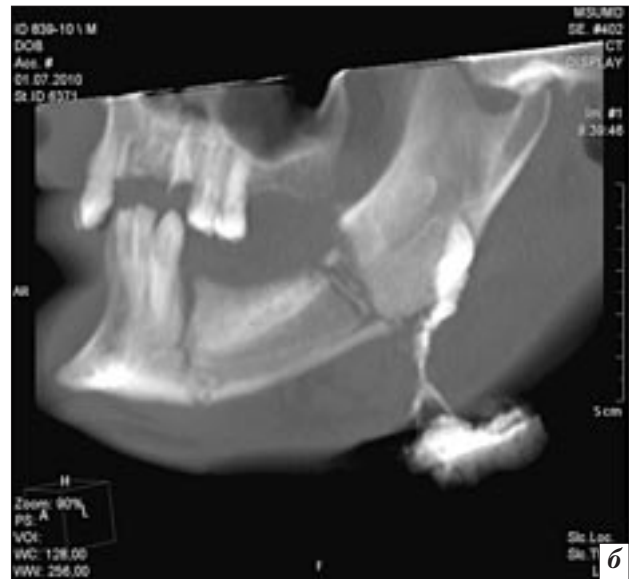
Имеет место оскольчатый перелом основания головки мышцелкового отростка справа: головка мышцелкового отростка



**Рис. 3.** Ортопантомограмма больного Н., 43 лет: визуализируется оскольчатый перелом нижней челюсти в области угла, поперечный перелом тела нижней челюсти слева в области зуба 34, оскольчатый перелом основания головки мышцелкового отростка справа.



**Рис. 4.** Мультиспиральные компьютерные томограммы того же больного: *а* – кососагиттальная проекция, *б* – аксиальная проекция (объяснения в текста).



**Рис. 5.** Мультиспиральные компьютерные томограммы того же больного: *а* – до введения контрастного вещества, *б* – после введения контрастного вещества (объяснения в тексте).

ротирована медиально, отломки смещены под углом  $121^\circ$ , открытым кнутри.

Мягкие ткани левой щечной и поднижнечелюстной областях были утолщены, фиброзно изменены, неоднородны, в области ветви нижней челюсти слева определялся гиподенсный участок (плотностью – 49 HU), протяженностью до 19,4 мм. В левой поднижнечелюстной области определялся свищ и скопление пузырьков газа в толще тканей (рис. 5 *а*).

Данному пациенту была выполнена МСКТ-фистулография: через свищевой ход, открывающийся на кожу у тела нижней челюсти слева, в проекции ее угла, было введено 5 мл контрастного препарата Оптирей; обнаружена

патологическая полость размером  $8,7 \times 28,6$  мм, которая располагалась в мягких тканях левой щечной области, связанная с переломом нижней челюсти на уровне угла нижней челюсти (рис. 5 *б*).

**Выводы:** Диагностика остеомиелита челюстно-лицевой области должна осуществляться в соответствии с предполагаемой фазой течения заболевания, и включать не только традиционные рентгенологические методики, но и мультиспиральную компьютерную томографию. В острую фазу остеомиелита наиболее информативны данные клинического обследования. При подостром и хроническом течении целесообразно использование ортопантомографии, в ка-

честве уточняющей методики – МСКТ, в том числе по показаниям с проведением КТ-фистулографии.

#### Литература

1. *Лучевая диагностика в стоматологии. Национальное руководство / Под ред. С. К. Тернового, А. Ю. Васильева, Д. А. Лежнева.* – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 288 с.
2. *Васильев А. Ю., Воробьев Ю. И., Трутень В. П. Лучевая диагностика в стоматологии.* – М.: Медика, 2007. – 496 с.
3. *Суслова О. Я. Рентгенодиагностика поврежденных и заболеваний костей и суставов* – Киев: Здоров'я, 1989. – 216 с.

Поступила 12.10.2010

# Возможности дентальной объемной томографии при врожденных расщелинах альвеолярного отростка и твердого неба

Васильев А. Ю., Петровская В. В.

ГОУ ВПО Московский государственный

медико-стоматологический университет Росздрава

## Capacities of dental volume tomography of congenital clefts of the alveolar process and hard palate

Vasilyev A. Yu., Petrovskaya V. V.

Moscow State University of Medicine and Dentistry,  
Russian Agency for Health Care

Цель исследования – изучить возможности дентальной объемной томографии при обследовании пациентов с врожденными расщелинами альвеолярного отростка и твердого неба.

Обследовано 35 пациентов с врожденными расщелинами альвеолярного отростка и твердого неба. Все пациенты были обследованы на дентальном объемном томографе, на аппарате I-CAT с коническим рентгеновским лучом.

При планировании костно-реконструктивных операций на уровне дефекта альвеолярного отростка и твердого неба дентальная объемная томография позволила определить объем распространения костного дефекта, размеры, наличие ороназальных соустьев, положение межчелюстной кости при двухсторонних расщелинах, состояние костной ткани (размеры, плотностные характеристики) в подбородочной области для аутотрансплантата и степень деформации челюстно-лицевой области. В раннем послеоперационном периоде, а также через 1, 3, 6 месяцев дентальная объемная томография позволила определить правильность восстановления альвеолярного отростка, размеры костного регенерата, степень остеорегенерации, положение фиксирующих элементов, состояние донорского ложа.

Заключение: использование дентальной объемной томографии позволило правильно распланировать объем оперативного вмешательства, определить положение трансплантата после операции.

Objective: to study the capacities of dental volume tomography in the examination of patients with congenital clefts of the alveolar process and hard palate.

Subjects and methods. Thirty-five patients with congenital clefts of the alveolar process and hard palate were examined on a dental volume tomograph, an I-CAT cone X-ray beam scanner.

Results. On planning osteoreconstructive operations at the level of alveolar process and hard palate defects, dental volume tomography allowed the determination of the extent of a bone defect, sizes, the presence of oronasal fistulas, the position of the intermaxilla in bilateral clefts, the state of bone tissue (sizes, density characteristics) in the chin region for an autograft, and the degree of maxillofacial deformity. Dental volume tomography could determine the correctness of alveolar process restoration, the extent of the regenerated bone, the degree of osteoregeneration, the position of fixing elements, and the state of the donor bed in the early postoperative period and at 1, 3, and 6 months.

Conclusion. Dental volume tomography could correctly schedule the scope of surgical intervention and localize a graft after surgery.

### Введение

Врожденные нарушения развития верхней губы, альвеолярного отростка, твердого и мягкого неба составляют около 86% всех аномалий челюстно-лицевой области [1, 4, 6].

Медико-социальная реабилитация детей с врожденными аномалиями эффективна только при своевременном комплекс-

ном лечении. Данная патология диагностируется на первом году жизни ребенка и требует длительного многоэтапного лечения с привлечением многих специалистов [2, 3].

Важным этапом реконструктивного лечения является костная пластика альвеолярного отростка, укрепление межчелюстных костей, закрытие ороназальных

*Ключевые слова:* врожденные расщелины альвеолярного отростка и твердого неба, костно-реконструктивные операции, дентальная объемная томография, остеointеграция

*Index terms:* congenital clefts of the alveolar process and hard palate, osteoreconstructive operations, dental volume tomography, osteointegration



**Рис. 1.** Дентальная объемная томография, MPR в аксиальной проекции (а), MPR в сагиттальной проекции (б), 3D-реконструкция (в). Определяется левосторонняя врожденная расщелина альвеолярного отростка верхней челюсти и твердого неба между зубами 2.1–2.3, ороназальное соустье слева, зуб 2.2 отсутствует. Микрогнатия верхней челюсти.

соустьей, исправление деформаций челюстно-лицевой области [3, 5].

Ведущей составляющей в диагностике врожденных расщелин альвеолярного отростка верхней челюсти и твердого неба являются высокотехнологичные методы лучевой диагностики, такие как мультиспиральная компьютерная томография и дентальная объемная томография [1, 2, 5]. Данные методы позволяют получить полную информацию о распространенности аномалии, об объеме костного дефекта альвеолярного отростка и твердого неба [2, 4, 6]. Рентгенологическое исследование на конусно-лучевых томографах позволяет получить полную информацию о патологии при минимальной лучевой нагрузке на пациента.

### Цель

Изучить возможности дентальной объемной томографии при обследовании пациентов с врожденными расщелинами альвеолярного отростка и твердого неба.

### Материал и методы

Обследовано 35 пациентов с различными видами врожденных расщелин альвеолярного отростка, твердого неба в возрасте 8–18 лет. Всем пациентам была выполнена дентальная объемная томография (ДОТ) на аппарате I-CAT с коническим рентгеновским лучом, при режиме высокого разрешения с минимальной

экспозицией и низкой лучевой нагрузкой. Исследование выполнялось на до- и послеоперационном этапе костной пластики, в сроки 1, 3, 6 и 9 месяцев.

### Результаты исследования

В возрасте 8–10 лет проводились первые костно-реконструктивные операции на уровне костного дефекта альвеолярного отростка, где в качестве трансплантата использовалось губчатое вещество из гребня подвздошной кости или костный блок из подбородочной области. При планировании операций дентальная объемная томография позволила определить объем распространения костного дефекта, размеры, наличие ороназальных соустьев, положение межчелюстной кости при двухсторонних расщелинах, состояние костной ткани (размеры, плотностные характеристики) в подбородочной области для ауто-трансплантата (рис. 1).

Врожденные расщелины альвеолярного отростка и твердого неба часто сопровождалась другими врожденными деформациями челюстно-лицевой области. По мере увеличения возраста пациентов деформация верхней челюсти усугублялась, у пациентов отмечалось сужение верхней челюсти и нарушение соотношения зубов, что приводило к различным вариантам дизокклюзии. Дентальная объемная томогра-

фия позволила также получить максимальную информацию о патологии челюстно-лицевой области (состоянии зубов, околоносовых пазух, височно-нижнечелюстных суставов).

По результатам дентальной объемной томографии у 25 пациентов определялись односторонние щелевидные дефекты и у 10 – двусторонние дефекты альвеолярного отростка, а также дефекты твердого неба, нарушение положения межчелюстной кости и состояние латеральных отделов альвеолярного отростка.

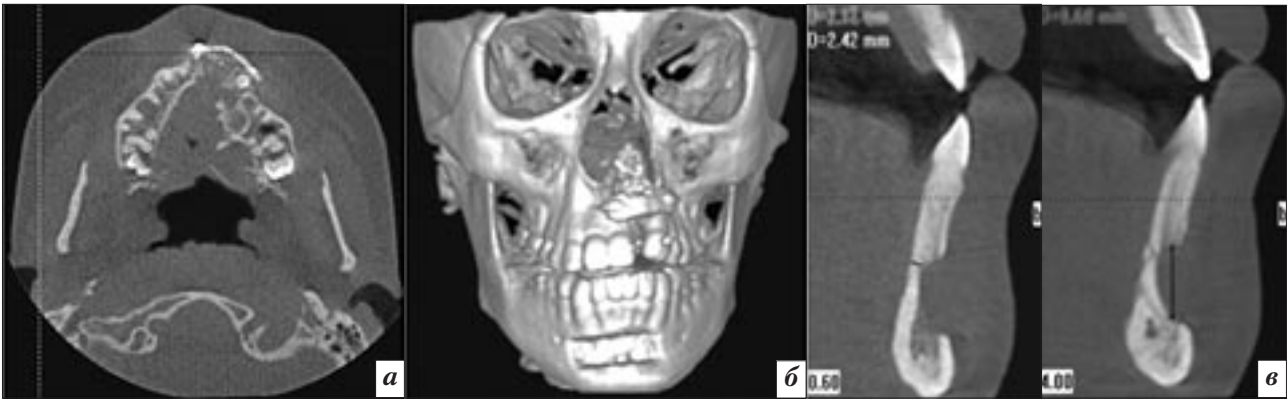
На этапе планирования костно-реконструктивных операций дентальная объемная томография позволила определить степень деформации челюстно-лицевой области (рис. 2).

По полученным результатам определялась тактика хирургического вмешательства. Дентальная объемная томография позволили спланировать необходимый объем оперативного вмешательства у 24 пациентов с определением состояния костной ткани (размеры, плотностные характеристики) в подбородочной области для ауто-трансплантата. У 11 пациентов в качестве ауто-трансплантата использовалась губчатая кость из гребня подвздошной кости.

В раннем послеоперационном периоде, а также на сроках 1, 3, 6 месяцев дентальная объемная томография позволили определить



**Рис. 2.** Дентальная объемная томография, МIP в прямой (а) и в сагиттальных проекциях (б, в). Определяется левосторонняя врожденная расщелина альвеолярного отростка верхней челюсти и твердого неба между зубами 2.1–2.3, микрогнатия верхней челюсти, дизокклюзия, деформация челюстно-лицевой области.



**Рис. 3.** Дентальная объемная томография, MPR в аксиальной проекции (а), 3D-реконструкция (б), серия кросс-секций (в). Ранний послеоперационный период костной пластики по поводу левосторонней врожденной расщелины альвеолярного отростка верхней челюсти костным блоком из подбородочной области.



**Рис. 4.** Дентальная объемная томография, MPR в аксиальной проекции (а), МIP в прямой (б) и сагиттальной (в) проекциях. Через 6 месяцев после ортогнатической операции и костной пластики по поводу двусторонней врожденной расщелины альвеолярного отростка верхней челюсти.

правильность восстановления альвеолярного отростка, размеры костного регенерата, степень остеорегенерации, положение фиксирующих элементов, состояние донорского ложа в подбородочной области (рис. 3).

Деформация верхней челюсти, верхнечелюстных пазух и

полости носа была выявлена у 16 пациентов, которым требовалось проведение одномоментной костной пластики альвеолярного отростка и ортогнатической операции. У 8 пациентов одномоментная костная пластика проведена однократно, что позволило сократить

количество хирургических этапов, улучшить качество фиксации фрагментов верхней челюсти после остеотомии и восстановить костную структуру на уровне расщелины (у 2 пациентов с двусторонними, у 6 больных с односторонними расщелинами) (рис. 4).

## Выводы

Таким образом, использование денальной объемной томографии позволило правильно спланировать объем оперативного вмешательства, определить положение трансплантата после операции. Денальная объемная томография является методом выбора в обследовании пациентов с врожденными расщелинами альвеолярного отростка и твердого неба на всех этапах реабилитации.

## Литература

- Терновой С. К., Васильев А. Ю. Лучевая диагностика в стоматологии // С. К. Терновой, А. Ю. Васильев. Национальное руководство по лучевой диагностике и терапии. – М.: Геотар-Медиа, 2010. – 288 с.
- Рабухина Н. А., Голубева Г. И., Перфильев С. А. Спиральная компьютерная томография при заболеваниях челюстно-лицевой области. – М.: МЕДпресс-информ, 2006. – 127 с.
- Топольницкий О. З., Федотов Р. Н., Перишина М. А. Ортогнатическое хирургическое лечение подростков с зубочелюстными деформациями в системе комплексной реабилитации пациентов с врожденной расщелиной верхней губы и неба // Врожденная и наследственная патология головы, лица и шеи у детей: III Всерос. науч. практ. конф. – М., 2009. – С. 286.
- Новая методика костной пластики альвеолярного отростка с помощью биокерамических гранул / С. В. Дьякова, А. И. Воложин, О. З. Топольницкий, М. В. Выключ // Врожденная и наследственная патология головы, лица и шеи у детей: III Всерос. науч. практ. конф. – М., 2009. – С. 78.
- Girod S., Tescher M., Schrell U. Computer-aided 3D simulation and prediction of craniofacial surgery: a new approach // J. Craniomaxillofac. Surg. – 2001. – № 3. – P. 156–158.
- Vandenberghe B., Jacobs R., Yang J. Detection of periodontal bone loss using digital intraoral and cone beam computed tomography images in vitro assessment of bony and/or intra-bony defects / B. Vandenberghe, R. Jacobs, // Dentomaxillofacial Radiol. – 2008. – № 37. – P. 252–260.

Поступила 28.10.2010

## ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

ГОУ ВПО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИКО-СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ РОСЗДРАВА»

### КАФЕДРА ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ

ПРОВОДИТ СЛЕДУЮЩИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ЦИКЛЫ

2011 год (январь–май)

№ п/п	Наименование цикла	Вид обучения: ПП, ОУ, ТУ, сертиф.	Контингент слушателей/курсантов	Вид и форма обучения	Продолжительность обучения	Число слушателей на цикле
1	Рентгенодиагностика заболеваний ЛОР-органов, черепа, зубов и челюстей системы с использованием высокотехнологичных методов лучевой диагностики	ОУ, сертиф.	Врачи рентгенологи	11.01–21.02.11	1,5 мес. 216 часов	18
2	Рентгенодиагностика заболеваний ЛОР-органов, черепа, зубов и челюстей системы	ОУ, сертиф.	Рентгенолаборанты	11.01–21.02.11	1,5 мес. 216 часов	13
3	Денальная объемная томография с курсом радиационной безопасности	ТУ	Врачи-рентгенологи, стоматологи	14.01–27.01.11	0,5 мес. 72 часа	12
4	Денальная объемная томография с курсом радиационной безопасности	ТУ	Рентгенолаборанты, медсестры	14.01–27.01.11	0,5 мес. 72 часа	12
5	УЗ-диагностика заболеваний внутренних органов с использованием высокотехнологичных методов лучевого исследования	ОУ, сертиф.	Врачи УЗД	1.02–16.03.11	1,5 мес. 216 часов	20
6	Лабораторное дело в рентгенологии (цифровые технологии в рентгенологии смеждународным участием)	ОУ, сертиф.	Рентгенолаборанты	11.02–26.03.11	1,5 мес. 216 часов	20
7	Проф. переподготовка по УЗИ с использованием основных диагностических алгоритмов высокотехнологичных методов лучевой диагностики	ПП, сертиф.	Терапевты, хирурги, педиатры, фтизиатры	15.03–25.06.11	3,5 мес. 504 часа	20
8	Цифровые технологии в рентгенологии с курсом радиационной безопасности	ОУ, сертиф.	Врачи рентгенологи	12.04-26.05.11	1,5 мес. 216час	10

Контактная информация: 125206, г. Москва, ул. Вучетича, 21,  
Тел.: (495)611-27-44, 611-42-06, 611-01-77

[www.x-rays.msk.ru](http://www.x-rays.msk.ru)

[KLD@msmsu.ru](mailto:KLD@msmsu.ru)

[www.msmsu.ru](http://www.msmsu.ru)

Заведующий учебной частью (последипломное образование): профессор **Трутьев Виктор Павлович**

Куратор цикла по ультразвуковой диагностике: профессор **Выключ Маргарита Витальевна**

Заведующий кафедрой: Заслуженный деятель науки РФ, Член-корреспондент РАМН,  
профессор **Васильев Александр Юрьевич**

## **КТ-характеристика солитарных костных кист длинных костей до и после лечения**

**Дьячков К. А., Митрофанов А. И., Дьячкова Г. В.**

*ФГУ Российский научный центр*

*«Восстановительная травматология и ортопедия»*

*им. акад. Г. А. Илизарова Росмедтехнологий, г. Курган*

## **CT characteristics of solitary long bone cysts before and after treatment**

**Diachkov K. A., Mitrofanov A. I., Diachkova G. V.**

*Acad. G. A. Ilizarov Russian Research Center  
for Restorative Traumatology and Orthopedics,  
Russian Agency for Medical Technologies, Kurgan*

Методом компьютерной томографии изучены рентгеноморфологические особенности кист бедренной и плечевой костей и течение репаративного процесса после оперативного вмешательства 23 больных с различной степенью активности солитарных костных кист. Лечение пациентов с костными солитарными кистами методом чрескостного остеосинтеза, внутрикостного армирования, лечебно-диагностических пункций позволило получить наиболее активный остеопродуктивный эффект и значительное увеличение плотности содержимого в полости кист при активной и теряющей активность стадиях, что наиболее ярко проявлялось вокруг спиц для внутрикостного армирования. У пациентов с латентной стадией кист остеогенный эффект отмечен, в основном, в зоне остеотомий.

### **Введение**

Проблема диагностики и хирургического лечения солитарных костных кист (СКК) не теряет своей актуальности и обращает на себя внимание как ортопедов, так и специалистов по лучевой диагностике [1–7]. Частота неблагоприятных исходов при использовании различных методов лечения достигает 20–25% в виде рецидивов, наличия остаточных полостей, патологических переломов после операции, что заставляет более критично оценивать способы хирургического лечения. Наиболее широко для обследования больных костными кистами применяется классическая полипозиционная рентгенография, которая позволяет, в большинстве случаев в комплексе с другими методиками, решать во-

просы диагностики и дифференциальной диагностики [7, 12]. Однако, в ряде случаев, для выявления протяженности костной кисты, ее границ, дифференциального диагноза, для оценки результатов лечения применяются КТ и МРТ [8–11, 13].

### **Материал и методы исследования**

Методом КТ изучены рентгеноморфологические особенности кист бедренной и плечевой костей, результаты лечения и течение репаративного процесса после оперативного вмешательства у 23 больных с различной степенью активности солитарных костных кист.

Исследования проводили на компьютерном томографе «Somatom Smile» фирмы Siemens. Паци-

Computed tomography was used to study the X-ray morphological characteristics of femoral and humeral bone cysts and the course of a reparative process after surgery in 23 patients with varying activity of solitary bone cysts. Treatment using transosseous osteosynthesis, intraosseous armoring, and therapeutic and diagnostic punctures in patients with solitary bone cysts could yield the most active osteoproduktive effect and cause a considerable increase in the density of cyst contents in active and activity-losing stages, which was most evident around the intraosseous wires. Patients with late-stage cysts were found to have an osteogenic effect, mainly in an area of osteotomy

енты находились в положении лёжа на спине. Зона интереса определялась по обзорной топограмме.

Параметры исследования: kV 130; mA:100; slice (mm) 1; Algorithm standard, программа Extremity.

На полученных изображениях выделялась область полости кисты, выполнялись мультипланарные реконструкции (MPR), автоматически определялась площадь (см<sup>2</sup>) и плотность области интереса в единицах Хаунсфилда (HU) (рис. 1).

*Ключевые слова:* КТ, длинные кости, солитарная киста, результаты лечения

*Index terms:* CT, solitary long bone cysts, treatment



**Рис. 1.** Компьютерная томография бедер больного Б., 12 лет: топограмма (а), MPR (б, в) проксимального отдела бедренной кости. Солитарная киста.

Исследование проводили на дооперационном этапе, после окончания лечения, в отдаленные сроки наблюдения.

### Результаты исследования

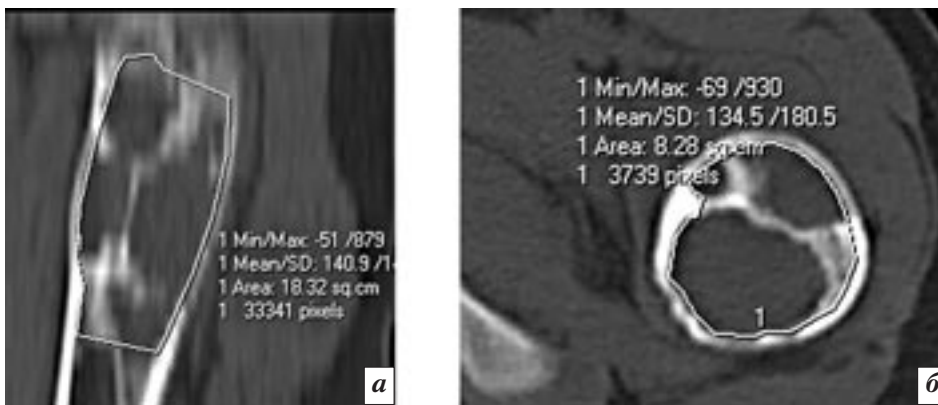
До лечения у больных с кистами, расположенными в проксимальном отделе бедренной кости, протяженность деструкции кости составляла от 5 до 12 см. В относительных величинах полостные дефекты с учетом укорочения составляли от 22,7 до 43,4% ( $30,56 \pm 2,38\%$ ). Корти-

кальный слой был истончен до  $1,38 \pm 0,84$  мм. Очаги имели четкие границы в виде ободка склероза шириной 1–2 мм как в проксимальном, так и в дистальном направлении. В структуре полости кисты имелись единичные хаотично направленные костные перегородки разной плотности на фоне обширных зон разрежения кости. Площадь кист колебалась от 17 до 28 см<sup>2</sup> (рис. 2).

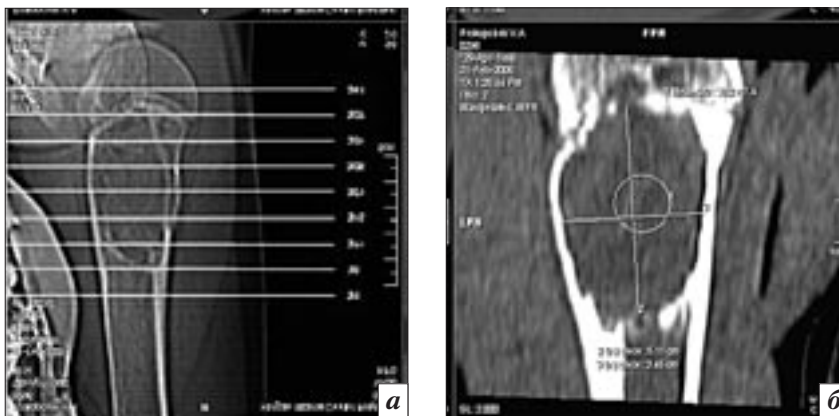
У больных с солитарными кистами плечевой кости наблюдалась аналогичная картина, одна-

ко имело место отличие в форме полости кисты на сагиттальных срезах (рис. 3). Форма полости кисты была более округлой, в активную стадию киста представляла собой единую полость.

На аксиальных срезах определялась различной толщины кортикальная пластинка (от 0,5 см до 1 мм). Внутренний контур кортикальной пластинки неровный, небольшие по площади участки костеобразования в полости кисты, прилежали к внутренней поверхности кортикальной пластинки (рис. 4).



**Рис. 2.** КТ бедренной кости больной К., 9 лет. MPR в сагиттальной плоскости (а), аксиальный срез (б).



**Рис. 3.** КТ проксимального отдела плечевой кости больного П., 15 лет. Топограмма (а), MPR (б). Солитарная киста проксимального отдела левой плечевой кости, активная стадия. Вертикальный размер кисты – 5,11 см, поперечный – 3,45 см.



Рис. 4. Больной П., 16 лет. Солитарная киста проксимального отдела левой плечевой кости. КТ, аксиальные срезы.

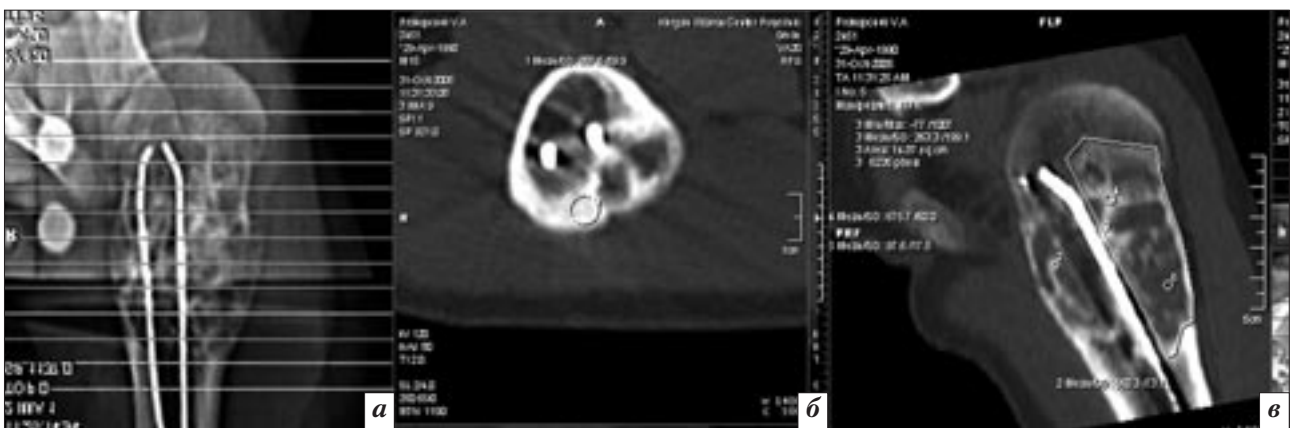


Рис. 5. Тот же больной. Через семь месяцев после чрескостного остеосинтеза и внутрикостного армирования. КТ: топограмма (а), аксиальные срезы (б), MPR (в).

После лечения, которое заключалось в чрескостном остеосинтезе плеча аппаратом Илизарова, остеотомии через кисту, внутрикостного армирования и трех лечебно-диагностических пункций, наблюдалось постепенное формирование костных трабекул в полости кисты, увеличение плотности ее содержимого. Через два месяца аппарат демон-

тировали, сохраняя внутрикостное армирование. На контрольном осмотре через семь месяцев после снятия аппарата в полости кисты вокруг интрамедуллярных спиц формировалось большое количество новообразованных костных перемычек, которые заполняли полость кисты, образуя ячейки различного размера (рис. 5).

Через полтора года после внутрикостного армирования полость кисты заполняется новообразованной костью в виде многочисленных костных перемычек, которые образуют более густую сеть (рис. 6). Плотность содержимого кисты составляет 450–600 HU.

На аксиальных срезах видно, что костная киста заполнена но-

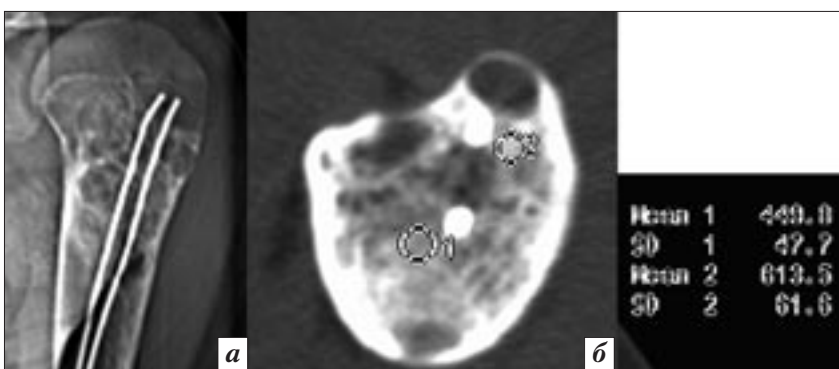


Рис. 6. Тот же больной. Через один год и шесть месяцев после внутрикостного армирования. КТ: топограмма (а), аксиальный срез (б).

вообразованной костной тканью, наиболее активно формирующейся вокруг спиц. Кортикальная пластинка в проксимальных отделах на некоторых участках истончена, в дистальных – на протяжении не более 0,5 см. Плотность кости вокруг спиц достигает 400–600 НУ (см. рис. 6).

У больных с патологическим переломом КТ-семиотика костных кист более разнообразна, как правило, выявляется симптом «упавшего» фрагмента. На ак-

сиальном срезе в зоне патологического перелома визуализируется неравномерной толщины кортикальная пластинка, половина окружности ее деформирована, а целостность нарушена (рис. 7).

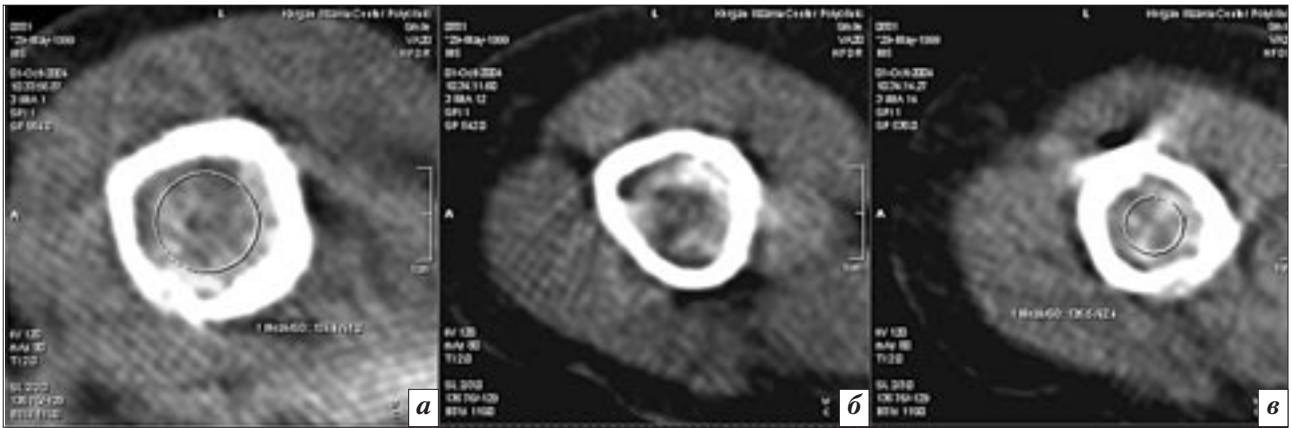
После лечения, которое включало в себя закрытый чрескостный остеосинтез левого плеча аппаратом Илизарова, лечебно-диагностические пункции, внутрикостное армирование, отмечается утолщение кортикальной

пластинки, восстановление ее непрерывности (рис. 8).

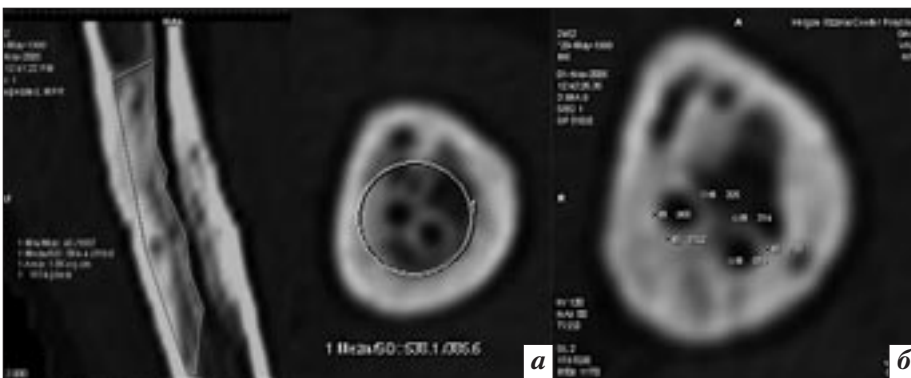
Применение в дальнейшем внутрикостного армирования позволило получить более эффективное проявление костеобразования в виде мощных костных разрастаний, плотность которых составляла более 800 НУ. На аксиальных срезах площадь новообразованной кости различна и в зависимости от уровня составляет от 40 до 80% просвета костномозгового канала. Ново-



**Рис. 7.** Больной К., 4,5 г. Солитарная киста проксимального отдела левой плечевой кости, активная стадия, патологический перелом. КТ: MPR (а), аксиальный срез (б).



**Рис. 8.** Тот же больной. Через три месяца после закрытого чрескостного остеосинтез левого плеча аппаратом Илизарова, лечебно-диагностической пункции. КТ: аксиальные срезы. Солитарная киста проксимального отдела левой плечевой кости, активная стадия, патологический перелом.



**Рис. 9.** Тот же больной. Через один год после внутрикостного армирования и четыре дня после удаления внутрикостных спиц. КТ: MPR (а), аксиальный срез (б).

**Изменение плотности содержимого кист (НУ)**

Таблица

Стадия кисты	Период наблюдения		
	До лечения	После окончания лечения	Отдаленный результат (0,5-1 год)
Активная	37,79±3,49	179,84±18,51*	356,22±28,84*
Теряющая активность	37,22±2,70	177,29±22,91*	352,81±26,14*
Латентная	133,4±5,0	186,9±9,1*	148,0±13,7*

образованная кость имела ячеистое строение, поскольку представляла собой футляры, сформировавшиеся вокруг спиц для армирования (рис. 9). Однако процесс костеобразования не ограничивался образованием футляров, а распространялся от них до кортикальной пластинки, занимая на некоторых уровнях до 80% просвета. Плотность кости по периферии была выше и составляла до 900–1300 НУ, в центре стенки футляров имели более низкую плотность (314–325 НУ) (рис. 9, в).

Общая плотность содержимого кист различной степени активности представлена в таблице.

### Выводы

Результаты работы показали, что при лечении пациентов с костными солитарными кистами применение чрескостного остеосинтеза, внутрикостного армирования, лечебно-диагностических пункций позволило получить наиболее активный остеопродуктивный эффект и значительное увеличение плотности содержимого в полости кист при активной и теряющей активность стадиях. Процесс остеорегенерации не ограничивался лишь зоной нарушенной целостности кости, а распространялся на прилежащие участки кисты, заполняя всю полость новообразованной костной тканью, что наиболее ярко проявлялось вокруг

спиц для внутрикостного армирования. У пациентов с латентной стадией кист остеогенный эффект, в основном, отмечен в зоне остеотомий.

### Литература

1. *Исходы консервативного лечения кист костей у детей / А. П. Бережной и др. // Ортоп. и травмат. – 1988. – № 2. – С. 5.*
2. *Волков М. В. Болезни костей у детей. – М., 1985. – 282 с.*
3. *Моргун В. А., Зубков Д. Е., Грабовский М. Б. Функционально-сохраняющие операции при внутри и околоуставных доброкачественных образованиях костей у детей // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии : Сб. тез. – М., 2001. – С. 193–195.*
4. *Моргун В. А., Зубков Д. Е., Шолохова Н. А. Хирургическое лечение диспластических и опухолевых поражений костей при внутри- и околоуставной локализации // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии : Материалы науч.-практ. конф. детских травматологов и ортопедов. – СПб., 2005. – С. 304–306.*
5. *Особенности течения активной аневризмальной кисты кости в детском возрасте (описание случая) / А. И. Снетков, З. Г. Нацвлишвили, А. К. Морозов и др. // Вестн. травматол. ортопед. – 2003. – № 2. – С. 86–89.*

6. *Снетков А. И., Франтов А. Р., Бердченко Г. П. Опыт диагностики и лечения кист костей у детей // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии : Сб. тез. – М., 2001. – С. 207–208.*
7. *Современные аспекты диагностики и лечения кист костей у детей / А. И. Снетков и др. // Актуальные проблемы детской травматологии и ортопедии : Материалы науч.-практ. конф. Детских травматологов-ортопедов России с междунар. участием. – СПб., 2007. – С. 350–351.*
8. *Blumberg M.L. CT of iliac unicameral bone cysts // Am. J. Roentgenol – 1981. – Vol. 136, № 6. – P. 1231–1232.*
9. *Fluid-fluid levels in a unicameral bone cyst: CT and MR findings / B.A. Burr, D. Resnick, R. Syk-lawer, P. Haghighi // J. Comput. Assist. Tomogr. – 1993. – Vol. 17, № 1 – P. 134–136.*
10. *Gallagher T.A, Lim-Dunham J.E, Vade A. CT findings of a unicameral calcaneal bone cyst containing a fluid-fluid level // Comput. Med. Imaging Graph. – 2007. – Vol. 31, № 2. – P. 111–113.*
11. *MR imaging of simple bone cysts in children: not so simple / R. Margau, P. Babyn, W. Cole et al. // Pediatr Radiol. – 2000. – Vol. 30, № 8. – P. 551–557.*
12. *A clinical, radiological and histopathological verification of cystic bone defects / S. Nowak, E. Golec J. Golec et al. // Przegł Lek. – 2008. – Vol. 65, № 1. – P. 29–31.*
13. *R evaluation of bone cysts treated with intracavitary steroid injection / V. Zampa, I. Bargellini, M.C. Michelassi et al. // Eur. Radiol. – 2003. – Vol. 13, № 6. – P. 1348–1356.*

Поступила 16.02.2010

## Случай сосудистой мальформации парааортальных сосудов

Балицкая Н. В.

Городская клиническая больница № 15 им. О. М. Филатова,  
г. Москва

## A case of vascular malformation of paraaortic vessels

Balitskaya N. V.

O. M. Filatov City Clinical Hospital Fifteen,  
Moscow

Артериальные и артериовенозные мальформации представляют собой аномалию сосудов с образованием сплетений патологических артерий и вен [2]. При этом артериальная кровь напрямую из артерий попадает в вены, минуя капиллярную сеть. Стенки этих артерий лишены полноценного мышечного слоя, что зачастую приводит к их разрывам. Смертность от первого кровоизлияния может наступить с вероятностью 10–30% [3].

### Клиническое наблюдение

В отделение сердечно-сосудистой хирургии поступил пациент Д., 57 лет, в тяжелом состоянии, с жалобами на боли в спине с иррадиацией в шею, общую слабость. Считает себя больным в течение 5 дней, когда на фоне нагрузки появились вышеуказанные жалобы. При исследовании крови выявлена анемия, (Hb – 61 г/л), на ЭКГ – ритм синусовый, 100 уд. в 1 мин. Предварительный диагноз: аневризма грудного отдела аорты.

При обследовании на ЭХО-КТ выявлено: аорта уплотнена, корень – 3,6 см, восходящий отдел в начальной части – 4,8 см, да-

лее 5,2 см, далее не визуализируется, нисходящий отдел 3,2 см, рядом визуализируется дополнительный просвет до 1,5 см (расслоение аневризмы?). Клапаны сердца уплотнены, выявляется аортальная регургитация II-III ст., митральная регургитация I-II ст. Жидкости в полости перикарда нет. В левой плевральной полости определяется 200 мл жидкости, в правой – около 400 мл.

На рентгенограмме органов грудной полости в прямой про-

екции наблюдаются двухсторонний гидроторакс, признаки хронического бронхита.

Проведена **МСКТ-ангиография грудного отдела аорты** в режиме ThorAngio (thick – 1,5 mm) с внутривенным болюсным введением неионного рентгенконтрастного препарата Омнипак 350 мг – 100 мл, с последующим выполнением мультипланарных и трехмерных реконструкций (рис. 1–4).

При МСКТ-ангиографии аорта не расширена, стенки ее диф-

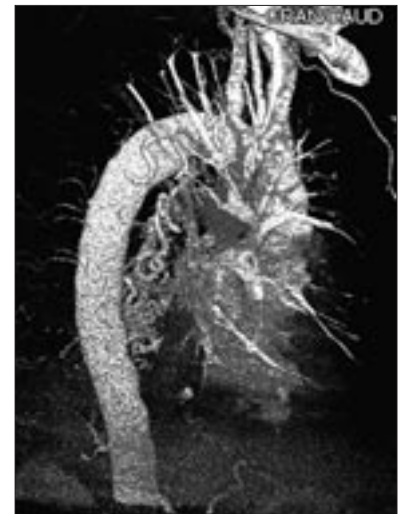


Рис. 1. Выраженная парааортальная артериовенозная мальформация, VRT.

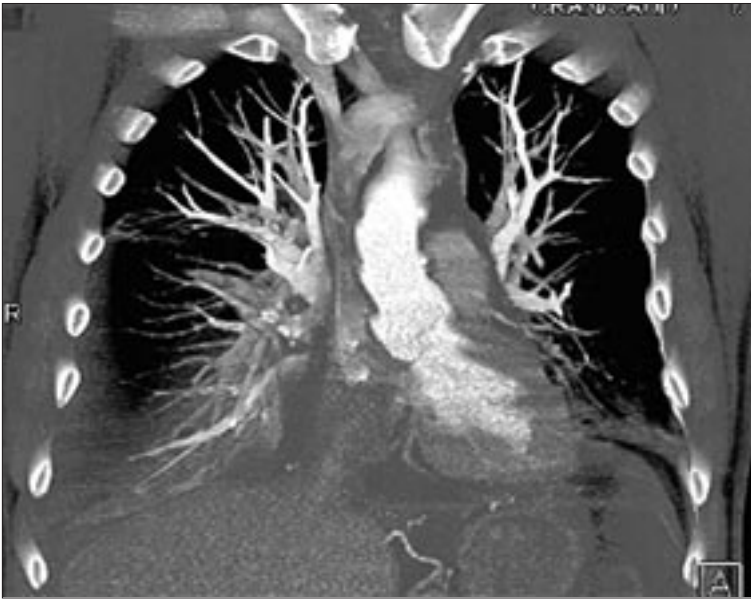


Рис. 2. Фронтальное изображение, МIP с тонким слэбом.



Рис. 3. Гемомедиастинум на фронтальном (а) и сагиттальном (б) изображениях.



Рис. 4. Переформатирование в искривленной плоскости, МIP.

фузно кальцинированы, не утолщены. Поперечник восходящего отдела 2,6 см, нисходящего отдела 2,4 см, дуги аорты 2,3 см. От дуги и нисходящей аорты отходит множество патологически извитых сосудов, ярко контрастирующихся в артериальную фазу, образующих клубки в верхнем средостении, в среднем средостении справа, в средних и нижних отделах левого легкого. В средостении ретрокардиально определяется жидкостное образование, плотностью 50–59 НУ – гемомедиастинум; признаков активного кровотечения, затеков контраста не определяется. Отмечается двухсторонний гидроторакс, толщина слоя жидкости справа до 8,0 см, с затеком в межлобевые щели, слева до 1,0 см. В базальных отделах левого легкого – буллезная трансформация легочной паренхимы. Признаки хронического бронхита.

*Заключение:* признаков расслоения или разрыва аорты не выявлено. Атеросклероз аорты. Сосудистая мальформация парааортальных сосудов. Гемомедиастинум. Двусторонний гидроторакс. Признаков тромбоэмболии легочной артерии и ее ветвей не выявлено. Буллезная трансформация нижней доли левого легкого. Признаки хронического бронхита.

При **аортографии** выявлена артериовенозная мальформация парааортальных сосудов.

На фоне проводимой терапии состояние пациента стабилизировалось, но оставалось тяжелым. Через 11 дней общее состояние пациента ухудшилось, появилась одышка до 50 в мин, цианоз кожи головы и воротниковой области, набухание вен шеи. Констатирована биологическая смерть больного.

**Посмертное заключение:**

**Основной диагноз:** артериовенозная мальформация парааортальных сосудов. Двусторонний гидроторакс.

**Осложнение:** тромбоэмболия легочной артерии. Острая сердечно-сосудистая недостаточность. Постгеморрагическая анемия тяжелой степени.

**Сопутствующий диагноз:** буллезная трансформация нижней доли левого легкого. Хронический бронхит.

Таким образом, данный случай показал значение МСКТ как

метода диагностики первой линии в выявлении артериовенозной мальформации сосудов грудной полости.

**Литература**

1. *Лучевая диагностика сосудистых мальформация и артериальных аневризм головного мозга / Г.Е. Труфанов, Т.Е. Рамешвили, В.А. Фокин и др.*
2. *Покровский А.В. Клиническая ангиология: Практическое руководство в 2-х томах. – 2010.*
3. *Дан В.Н. Карзановский Г.Г., Нарлыев К.М. Возможности в диагностике ангиодисплазий и выборе хирургической тактики // Хирургия. – 1994. – № 6. – С. 21-23.*
4. *Belov St. Classification of congenital vascular defects // Int. Angiol. – 1990. – Vol. 9, № 3. – P. 141-146.*
5. *Congenital arteriovenous malformations of the lower limb. Color Doppler diagnosis / A. Cavallo, L. Molini, P. Quadri et al. // Radiol. Med. – 1993. – Vol. 85. – P. 487-491.*
6. *Malan E. Vascular malformations (Angiodysplasias) – Milan: Carlo Erba Foundation, 1974.*
7. *Raso A.M., Rispoli P., Trogolo M., Sisto G. Venous and arteriovenous vascular malformations: Diagnostic and therapeutic considerations regarding 239 patients observed in the 1978–1991 // Cardiovasc. Surg – 1993. – Vol. 34, № 1. – P. 63-65.*
8. *Rutherford R.B., Anderson B.O. Diagnosis of congenital vascular malformations of the extremities: new perspectives // Int. Angiol. – 1990. – Vol. 9, № 3. – P. 162 – 167.*
9. *Weber J. Techniques and results of the therapeutic catheter embolisation of congenital vascular defects // Int. Angiol. – 1990. – Vol. 9, № 3. – P. 214-223.*
10. *Prokop M., Galanski M. Spiral and multislice computed tomography of the body // 2009. – Vol. 1. – P. 309-405.*

Поступила 21.10.2010

**ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!**

**ГОУ ДПО «РОССИЙСКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОСЗДРАВА»  
КАФЕДРА ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ**

ПРОВОДИТ СЛЕДУЮЩИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ЦИКЛЫ

2011 год (январь–май)

№ п/п	Наименование цикла	Контингент слушателей	Вид и форма обучения	Период проведения цикла	Число слушателей на цикле	Продолжительность обучения (мес.)
1.	Рентгенология	Рентгенологи, врачи КТ, МРТ	ОУ очная	11.01.11-21.02.11	40	1,5 мес.
2.	Рентгенология	В соответствии с приказами Минздравсоцразвития РФ № 705Н от 09.12.08, № 415Н от 07.07.09, № 581Н от 12.08.09.	ПП очная	31.01.11-26.05.11	3	4 мес.
3.	Рентгеновская компьютерная томография	Рентгенологи	ТУ очная	14.03.11-09.04.11	12	1 мес.
4.	Рентгенология	Рентгенологи	ОУ очная	04.04.11-30.04.11	38	1 мес.
5.	Современные принципы преподавания лучевой диагностики в последипломном обучении	Преподаватели медицинских вузов и образовательных учреждений ДПО	ТУ очная	16.05.11-28.05.11	12	0,5 мес.

**Адреса учебных баз:** 125284, Москва, 2-й Боткинский пр., д.5, ГКБ им. С.П.Боткина, корпус 10 109029, Москва, ул. Средняя Калитниковская, д.28, стр.1, НППЦ медицинской радиологии

**Заведующий кафедрой:** проф. **Юрий Викторович Варшавский**

**Контактная информация:** Т/факс. 8-499-728-81-34

**Зав. учебной частью** доцент **Тамара Васильевна Анохина**

**Контактная информация:** Т/факс. 678-74-40 **Киселева Екатерина Сергеевна**

**Методы диагностики  
острого ишемического инсульта**

**Кротенкова М. В., Сергеев Д. В., Сергеева А. Н.,  
Суслин А. С., Брюхов В. В., Коновалов Р. Н.**

*Научный центр неврологии РАМН*

**Diagnostic techniques for acute ischemic stroke**

**Krotenkova M. V., Sergeyev D. V., Sergeyeva A. N.,  
Suslin A. S., Bryukhov V. V., Konovalov R. N.**

*Neurology Research Center,  
Russian Academy of Medical Sciences*

В последние годы достигнуты определенные успехи в изучении различных аспектов нарушений мозгового кровообращения, расширены существующие теоретические представления о конкретных механизмах возникновения и формирования инсультов, сформулирована концепция о гетерогенности ишемических нарушений мозгового кровообращения [8]. Однако в реальной клинической практике исходы этого тяжелого заболевания зачастую остаются неудовлетворительными и это требует дальнейшего поиска новых подходов в диагностике, прогнозировании и тактике ведения больных с целью минимизации зоны поражения вещества головного мозга и, соответственно, неврологического дефицита. В первую очередь, усилия направлены на воздействие на зону «ишемической полутени» (пенумбры) – мозговую ткань без структурных изменений с потенциально обратимыми нарушениями функций, которая окружает зону истинного инфаркта при ишемическом инсульте (ИИ).

Значительный прогресс в диагностике цереброваскулярной

патологии был достигнут благодаря внедрению в клиническую практику магнитно-резонансной и компьютерной томографии, в том числе диффузионно-взвешенной МРТ (ДВ-МРТ), МРТ-перфузии, КТ-перфузии, МР-ангиографии и КТ-ангиографии, позволяющим визуализировать патологические изменения уже в первые минуты после их возникновения, а также оценивать при этом уровень кровотока в различных участках мозга и состояние сосудистой системы, кровоснабжающей головной мозг [2, 6, 7, 10, 16, 25, 26, 35].

В настоящее время цереброваскулярная патология является важнейшей социально-значимой проблемой современных нейронаук. Вопреки активным усилиям мировой медицинской общности цереброваскулярные заболевания остаются на третьем месте в структуре смертности, являясь при этом ведущей причиной инвалидности среди взрослых [1, 3].

Наиболее информативным при ишемических нарушениях мозгового кровообращения явля-

ется совместное использование ДВ-МРТ и МРТ или КТ-перфузии головного мозга, которое позволяет выявить ядро инфаркта, зону «ишемической полутени» и индивидуализировать лечение каждого больного. Именно возможность быстрой визуализации и разграничения зоны инфаркта и потенциально жизнеспособной ткани с помощью ДВ-МРТ и МРТ или КТ-перфузии определяет распространение подобных методик в широкой клинической практике с прогностической целью. Несмотря на это в настоящее время, к сожалению, вопросы, связанные с динамикой структурных и функциональных изменений при острых инфарктах головного мозга разработаны недостаточно.

**Диффузионно-взвешенная  
МРТ головного мозга  
при ишемическом инсульте**

В настоящее время большое признание получила магнитно-резонансная томография (МРТ), во многом благодаря скорости и точности выявления острого очага ишемического поражения при диффузионно-взвешенной

МРТ (ДВ МРТ) по сравнению с обычной бесконтрастной КТ.

Впервые сообщения о возможности измерения диффузии с помощью метода МРТ появились в работах Н. Carr и Е. Purcell в начале 1950-х годов [13]. В 1965 году стандартная «анатомическая» импульсная последовательность (ИП) SE (spin echo) была усовершенствована Е. Steiskal и J. Tanner, которые для получения изображений, взвешенных по диффузионному коэффициенту, добавили в нее два коротких градиента магнитного поля, таким образом, получив новую усовершенствованную ИП, взвешенную преимущественно по диффузии [34].

Движение молекул в жидкости происходит в трехмерном пространстве и не зависит от направления, т.е. по физическим свойствам жидкости изотропны. Но диффузионное движение молекул, содержащихся в биологических тканях, проявляет анизотропию: свободному движению протонов препятствуют мембраны клеток, белковые молекулы, на которые могут наталкиваться диффундирующие частицы, что дополнительно приводит к затуханию МР-сигнала. Основной характеристикой процесса диффузии является измеряемый коэффициент диффузии – ИКД или ADC (apparent diffusion coefficient), который непосредственно связан с интенсивностью МР-сигнала и по величине меньше коэффициента диффузии веще-

ства в неограниченной среде. Это видно из уравнения F. Bloch [12]:

$$\ln \left( \frac{A(b)}{A(0)} \right) = -b \cdot ADC,$$

где  $A(b)$  – измеренная амплитуда (интенсивность) МР-сигнала при действии диффузионных градиентов,  $A(0)$  – амплитуда (интенсивность) МР-сигнала без действия диффузионных градиентов,  $b$  – фактор диффузии, характеризует степень диффузионной взвешенности изображения и определяется по формуле:

$$b = \gamma^2 \times G^2 \times \delta^2 \times (\Delta - \delta/3),$$

где  $\gamma$  – гидромагнитное отношение,  $G$  – амплитуда диффузионного градиента;  $\delta$  – длительность каждого диффузионного градиента;  $\Delta$  – интервал между двумя диффузионными градиентами.

Таким образом, МР-сигнал на диффузионно-взвешенных изображениях (diffusion weighted imaging, ДВИ) и значение ИКД обратно пропорциональны. Области с усиленными процессами диффузии выглядят на ДВИ как зоны пониженной интенсивности МР-сигнала, а с замедленными – наоборот, повышенной интенсивности.

Поскольку диффузия молекул в одной и той же области мозга неодинакова, ограничиваются определением средней скорости диффузии и, соответственно, средним ИКД в области интереса без учета анизотропии коэффициента диффузии.

При возникновении очага ишемии движение молекул замедля-

ется, в результате чего на ДВИ в первые часы от начала инсульта диагностируется наличие зоны повреждения повышенной интенсивности сигнала. На ИКД-картах сигнал имеет пониженную интенсивность, что прямо пропорционально скорости диффузии молекул воды [25, 26]. Метод ДВ-МРТ обнаруживает 94% чувствительность и 100% специфичность в первые 6 часов от начала ИИ [16, 23, 33], причем снижение скорости диффузии в области ишемии выявляется, как правило, на ДВ-МРТ уже спустя несколько минут от момента нарушения кровоснабжения, позволяя дифференцировать сроки развития инфарктов в случае многоочагового поражения мозга [14, 15, 25].

Биофизической основой снижения ИКД при ишемии мозга является нарушение активности  $Na^+-K^+-ATP$ -азы, с последующим внутриклеточным накоплением  $Na^+$  и выходом в межклеточное пространство  $K^+$ . В результате происходит набухание клетки с увеличением внутриклеточного и уменьшением внеклеточного объема воды [25]. Ввиду наличия большого количества мембран во внутриклеточном пространстве и развитием цитотоксического отека, движение молекул воды внутри клеток существенно ограничено [27]. Результатом такого процесса является повышение интенсивности сигнала на ДВИ ( $b=1000$ ) и его уменьшение на ИКД-картах [25] (рис. 1).

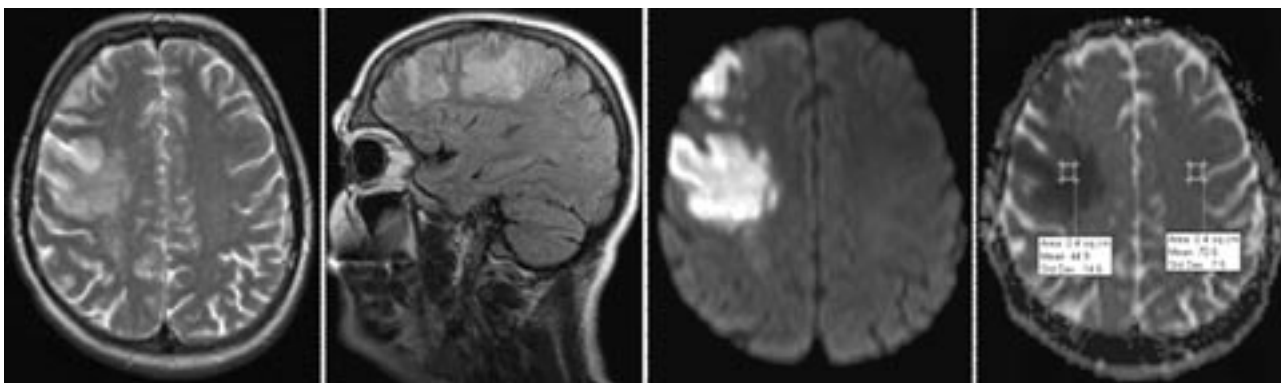
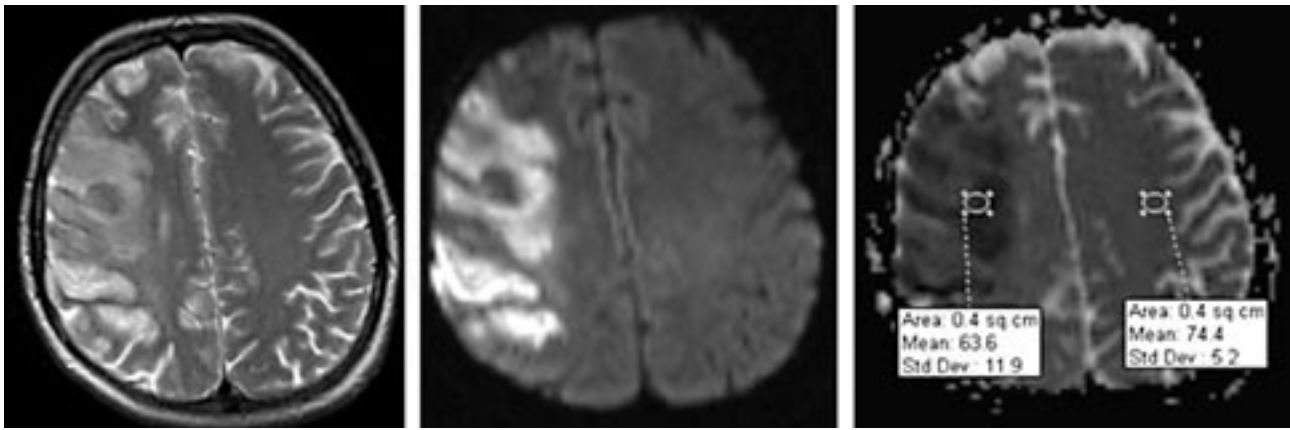


Рис. 1. ДВ-МРТ (1-е сутки заболевания): повышение интенсивности МР-сигнала от очага ишемии на ДВИ ( $b=1000$ ) и понижение – на ИКД-карте ( $40-50 \times 10^{-5} \text{ мм}^2/\text{с}$ ). Инфаркт мозга также начинает проявляться в стандартных режимах T2 и FLAIR.



**Рис. 2.** ДВ-МРТ (21 сутки заболевания): повышение интенсивности МР-сигнала от очага ишемии на ДВИ (b1000) и понижение – на ИКД-карте ( $60-70 \times 10^{-5} \text{ мм}^2/\text{с}$ ). Инфаркт мозга визуализируется в стандартных режимах.

По мере организации инфаркта происходит деструкция некротической ткани и разрушение мембран, диффузионные процессы усиливаются, что отражается на ДВИ: снижается интенсивность сигнала на ДВИ ( $b=500$ ,  $b=1000$ ) и повышается на ИКД-картах [10, 14, 16, 30] (рис. 2).

### КТ-перфузия

КТ-перфузия в настоящее время является наиболее актуальным методом оценки мозгового кровотока. Этот метод расширяет значение компьютерной томографии в диагностике ИИ за счет возможности изучения таких областей, в которых ранее КТ проигрывала МРТ. Сущность метода заключается в количественном измерении кровотока путем оценки изменения рентгеновской плотности ткани, во время прохождения внутривенно введенного контрастного вещества (КВ). Теоретические основы данного метода были описаны L. Axel в 1980 году уже через 7 лет после появления первого аппарата КТ [11]. Однако существующие на тот момент сканеры не позволяли получить большое количество изображений за короткое время, что ограничивало практическое применение технологии. Ситуация изменилась в 1990-е гг. с внедрением спиральных и мультidetекторных аппаратов КТ с высокой скоростью получения изображений и совершенствованием про-

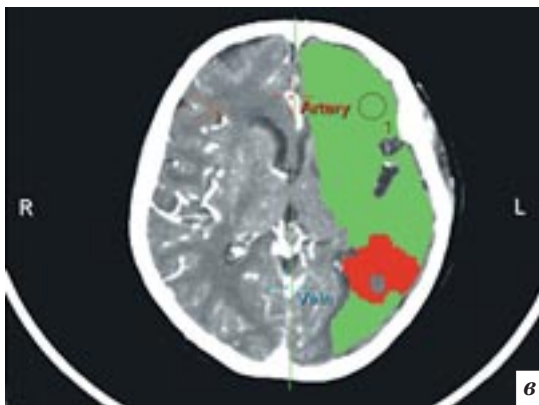
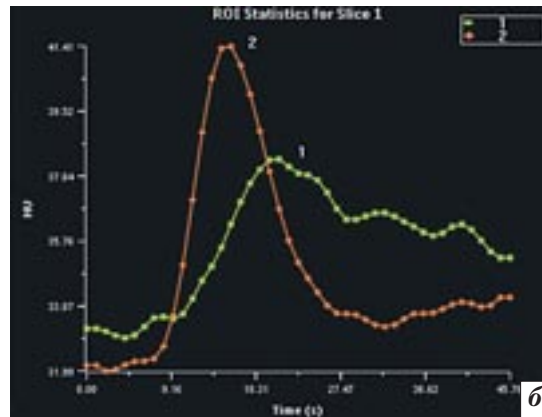
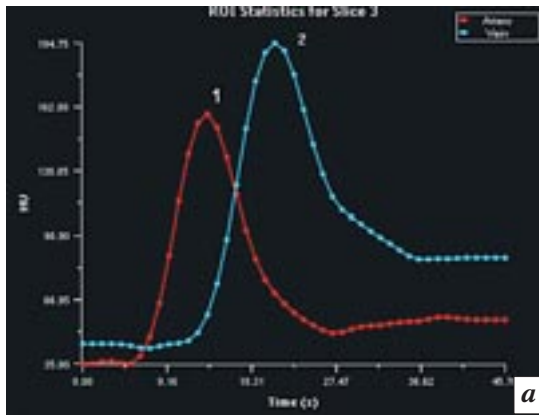
граммного обеспечения. В настоящее время протокол КТ-перфузии является стандартным для большинства современных аппаратов ведущих производителей визуализационной техники.

Метод КТ-перфузии основан на внутривенном введении КВ, прохождение которого по церебральной сети капилляров отслеживается при помощи серии КТ-срезов [7, 24, 32]. Разработано несколько технических реализаций КТ-перфузии с различными алгоритмами последующей обработки полученных данных, отличающихся по используемой математической модели кинетики КВ. На основании данных об изменении рентгеновской плотности элементов изображения по мере прохождения КВ строится график зависимости плотности (т.е. изменения концентрации КВ в каком-либо элементе среза) от времени (time-density curve, TDC) (рис. 3). Для получения исходных значений плотности используются первые срезы, выполненные еще до поступления КВ в сосудистую сеть головного мозга. Впоследствии они вычитаются из значений плотности, полученных при контрастном усилении. График «время-плотность» строится для проекций крупной внутричерепной артерии и вены, что позволяет определить артериальную (поступление КВ с кровью) и венозную (выведение КВ из церебрального русла) функции. Последние яв-

ляются основой для дальнейшего расчета перфузионных параметров (CBV, CBF и MTT) в каждом пикселе среза. В отличие от других методов оценки церебральной перфузии, таких как ПЭТ и КТ с ксеноновым усилением (Xe КТ), при анализе данных КТ-перфузии считается, что КВ не диффундирует, не метаболизируется и не адсорбируется в капиллярной сети по мере прохождения. Для вычисления перфузионных параметров, как правило, используются методы, основанные на деконволюции (математической операции восстановления истинной формы сигнала после его искажения при регистрации), и реже – другие алгоритмы (метод касательной, метод определения микроваскулярной проницаемости и др.).

### Методика проведения КТ-перфузии

В клинических условиях, как правило, используется протокол динамической КТ-перфузии при первом прохождении КВ. При заблаговременной подготовке к исследованию (установка внутривенного катетера, подготовка автоматического инжектора и т.д.) для полного выполнения протокола и последующей реконструкции изображений требуется от 7 до 15 мин (на СКТ Philips Brilliance 16P). Во время быстрого введения йодсодержащего КВ (обычно объемом 40 мл со скоро-



**Рис. 3.** Кривые «время-плотность» для артерии и вены и участков ткани мозга. КТ-перфузия у пациентки 73 лет с инфарктом в левом полушарии большого мозга через 12 ч после начала заболевания: *а* – график артериальной (1) и венозной (2) функций; *б* – кривая «время-плотность» для участков мозговой ткани в ишемизированной зоне (1) и симметричном участке интактного полушария (2). Отмечается снижение плотности и «запаздывание» поступления КВ в пораженной зоне; *в* – области интереса, для которых строилась кривая «время-плотность» (1, 2). МР-изображение с картированием зон сниженного СВФ (отмечено зеленым) и сниженных СВФ и СВВ (отмечено красным).

стью 4–8 мл/с) начинается динамическое сканирование исследуемых областей, т.е. вращение рентгеновской трубки со скоростью 1 срез в секунду без перемещения стола томографа. Обычно проводится 4 среза толщиной от 0,5 до 0,8 мм. При отсутствии данных других методов нейровизуализации (чаще, ДВ-МРТ), позволяющих оценить расположение очага, срезы обычно проводятся на уровне глубинных структур мозга и базальных ганглиев с захватом супратенториальных участков, кровоснабжаемых передней, средней и задней мозговыми артериями. Эквивалентная доза облучения при КТ-перфузии составляет 2,0–3,4 мЗв, что ненамного превышает дозу облучения при обычной КТ головы (1,5–2,5 мЗв), и меньше, чем при проведении ПЭТ и ОФЭКТ, и сравнимо с Хе КТ [20].

Церебральная перфузия оценивается по картам, построенным для каждого из параметров, а также по их абсолютным и относительным значениям в соответствующих областях головного

мозга (рис. 4). Помимо СВФ, СВВ и МТТ, может также вычисляться время до достижения максимальной (пиковой) концентрации контрастного вещества (time to peak, ТТР). Исследователь может выделить на срезе несколько областей интереса (ROI, region of interest), для которых рассчитываются средние значения показателей церебральной перфузии и строится график «время-плотность» (см. рис. 3 б).

#### Изменения мозгового кровотока при ишемическом инсульте и их оценка при помощи КТ-перфузии

Функционирование нейронов зависит от кровотока в церебральных сосудах, который контролируется непрерывным изменением диаметра сосудов и под-

держивается на относительно постоянном уровне за счет механизмов ауторегуляции. Церебральный кровоток (ЦК или СВФ) определяется церебральным перфузионным давлением (ЦПД) и сосудистым сопротивлением (СС), т.е.  $ЦК = ЦПД / СС$ . Поскольку  $СВФ = СВВ / МТТ$ , то СВВ и СС, а также МТТ и ЦПД связаны обратной зависимостью.

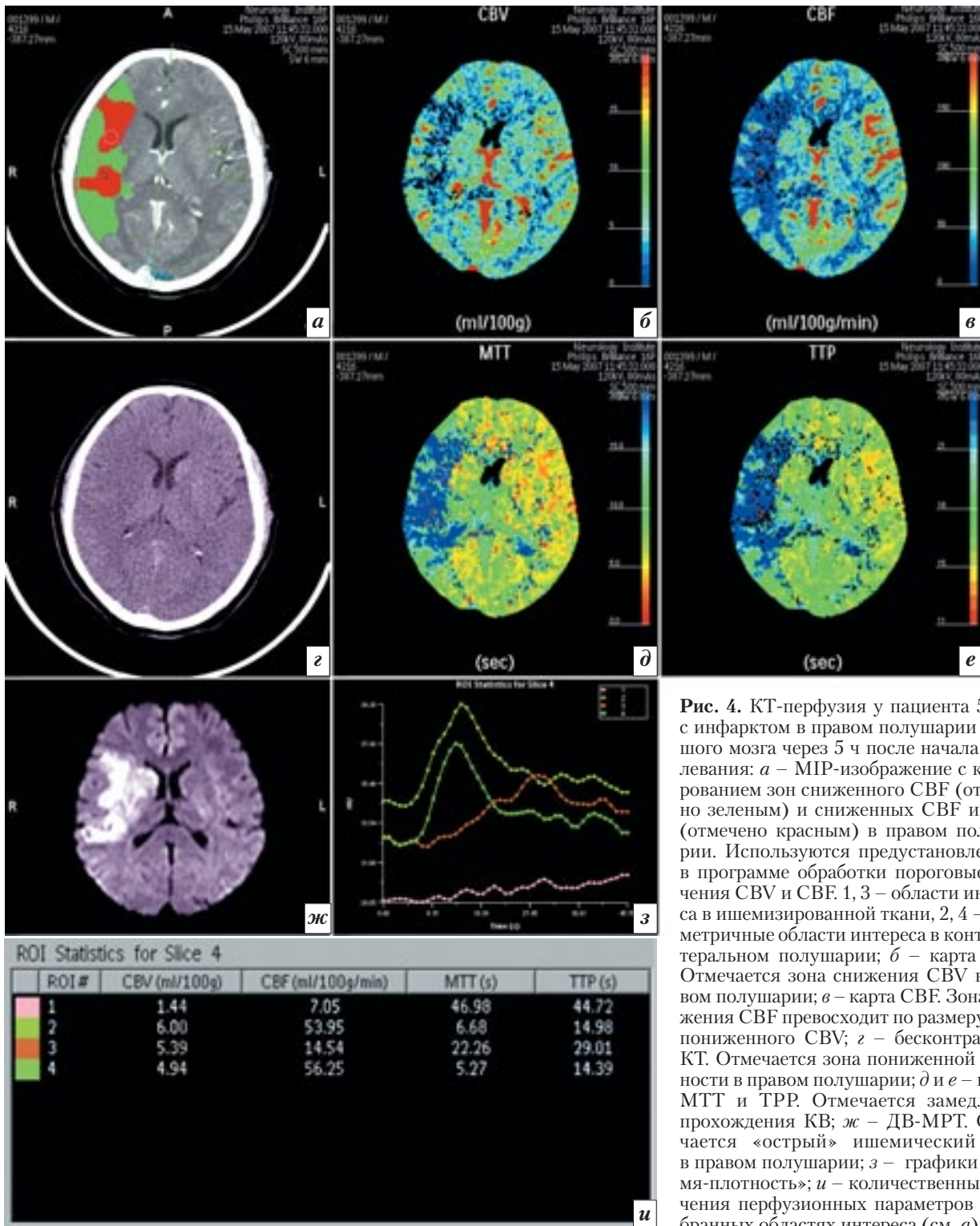
В норме значения СВФ находятся в пределах 50–80 мл/100 г/мин. Области мозга с большой энергетической потребностью (кора и подкорковые ганглии) имеют значения СВФ в 2–3 раза большие, чем белое вещество (таблица 1).

При нарушениях кровоснабжения головного мозга соотношение параметров перфузии

Таблица 1

#### Нормальные значения перфузионных параметров серого и белого вещества головного мозга по данным КТ перфузии (по Shetty S.H., 2006)

Область/Параметр	СВФ, мл/100 г/мин	СВВ, мл/100 г	МТТ, с
Серое вещество	60	4	4
Белое вещество	25	2	4,8



**Рис. 4.** КТ-перфузия у пациента 55 лет с инфарктом в правом полушарии большого мозга через 5 ч после начала заболевания: *а* – МIP-изображение с картированием зон сниженного СВФ (отмечено зеленым) и сниженных СВФ и СВВ (отмечено красным) в правом полушарии. Используются предустановленные в программе обработки пороговые значения СВВ и СВФ. 1, 3 – области интереса в ишемизированной ткани, 2, 4 – симметричные области интереса в контралатеральном полушарии; *б* – карта СВВ. Отмечается зона снижения СВВ в правом полушарии; *в* – карта СВФ. Зона снижения СВФ превосходит по размеру зону пониженного СВВ; *г* – бесконтрастная КТ. Отмечается зона пониженной плотности в правом полушарии; *д* и *е* – карты МТТ и ТТР. Отмечается замедление прохождения КВ; *ж* – ДВ-МРТ. Отмечается «острый» ишемический очаг в правом полушарии; *з* – графики «время-плотность»; *и* – количественные значения перфузионных параметров в выбранных областях интереса (см. *а*).

определенным образом изменяется (таблица 2). Небольшое снижение ЦПД приводит к компенсаторному расширению церебральных артериол и снижению СС. Соответственно, измеренное при помощи КТ-перфузии значение СВФ в этой ситуации будет оставаться нормальным, а МТТ и СВВ окажутся повы-

шенными. В случае умеренного снижения ЦПД вазодилатация обеспечивает поддержание кровотока на пределе компенсаторных возможностей. Признаком этого служит еще большее удлинение МТТ и увеличение СВВ.

При дальнейшем снижении ЦПД механизмы ауорегуляции перестают функционировать,

расширение церебральных сосудов уже не в состоянии обеспечить достаточную перфузию, что приводит к снижению и СВФ, и СВВ. При этом уровне кровотока нарушается электрическая активность и водный гомеостаз нейронов, синтез АТФ не соответствует потребностям клетки, что приводит к прекращению

## Изменения перфузионных параметров при различных стадиях нарушения кровоснабжения ткани мозга

Стадия	СВФ	ЦПД	СВВ	МТТ
Сохранная ауторегуляция	↓		↑	↑
Олигемия	↓↓	↓	↑	↑
Пенумбра	↓↓↓	↓↓	↑/N	↑↑
Необратимое повреждение (ядро инфаркта)	↓↓↓↓	↓↓↓	↓	↑↑

N – нормальные значения; ↑ – повышение; ↓ – снижение

функционирования ионных насосов и затем – к развитию цитотоксического отека. Синаптическая функция нейронов ухудшается при кровотоке ниже 20 мл/100 г/мин, а необратимое нарушение метаболизма наступает при значениях СВФ ниже 10–15 мл/100 г/мин, причем нарушение функционирования мембраны нейрона и ионных насосов не всегда является необратимым. Развитие инфаркта зависит не только от количественных значений перфузии, но и от длительности олигемии. Чем более выражено снижение кровотока, тем меньше времени требуется для развития необратимых изменений [19, 24, 29, 32].

Как правило, зона инфаркта окружена ишемизированной, но потенциально жизнеспособной тканью – пенумброй. В свете имеющихся сведений об изменении перфузионных параметров пенумбра (или, точнее, «инструментально выявленная пенумбра» [31]) может быть описана как участок ткани, в котором отмечается различие между площадью зон с измененными СВВ и СВФ. При этом зона, в которой снижены СВВ и СВФ, представляет собой ядро инфаркта, а зона со сниженным СВФ и нормальным СВВ («СВФ-СВВ», т.н. СВФ-СВВ mismatch) – окружающий ядро инфаркта участок ткани со сниженной перфузией и нарушенным функционированием, но еще сохраняющий жизнеспособность. В случае тяжелого ишемического поражения зоны измененного СВВ и СВФ практически совпадают, что говорит о необратимом повреждении мозгового вещества и отсутствия необходимости экстренной реперфузии.

Несмотря на то, что КТ-перфузия позволяет дать количественную оценку параметров мозгового кровотока, до сих не представляется возможным установить пороговые значения перфузионных показателей, которые позволили бы определить жизнеспособность вещества мозга. Это связано с тем, что абсолютные значения перфузионных параметров значительно варьируют в зависимости от алгоритма проведения исследования и обработки данных, выбора артериальной и венозной функций, наличия крупных сосудов в области интереса, сердечного выброса и т.д. Вариабельность количественных показателей перфузии находится в пределах 20–25%, и их надежность еще не была доказана в крупных клинических исследованиях, поэтому полезным может оказаться сравнение полученных данных между полушариями и вычисление относительных показателей. В работах, посвященных роли КТ-перфузии при исследовании пациентов с острым инсультом, как правило, указываются значения перфузионных параметров, характерных для ядра инфаркта и пенумбры, которые основаны на данных ПЭТ-, МРТ-, ОФЭКТ- и Хе КТ-исследований.

Необходимо подчеркнуть, что выявление зон потенциально жизнеспособной и необратимо поврежденной ткани при формировании ишемического очага с помощью КТ-перфузии основано не только на определении мозгового кровотока (СВФ), но и на оценке соотношения между кровотоком, объемом крови и длительностью прохождения крови в поврежденной области, т. е.

всеми регистрируемыми параметрами перфузии.

Исходя из вышеизложенного, наиболее чувствительным к изменению кровотока параметром перфузии является МТТ. В то же время, удлинение МТТ не всегда свидетельствует о наличии клинически значимого перфузионного дефицита, как, например, в случае хорошего функционирования лептоменингеальных коллатералей, при котором СВФ снижается незначительно. Зоне измененного МТТ должна соответствовать область измененного СВФ. Детальная оценка ишемического очага возможна при помощи анализа СВФ и СВВ. В целом чувствительность метода для выявления очагов ишемического повреждения составляет более 90%, специфичность – 100% [24]. Это особенно важно при проведении КТ-перфузии в первые часы после появления клинической симптоматики, когда признаки ишемии на традиционных КТ-изображениях могут отсутствовать. Однако и при выявлении признаков некроза данные КТ-перфузии способны помочь в определении истинного размера зоны нарушения кровоснабжения и оценить ее с точки зрения показателей перфузии.

Длительность существования ишемической пенумбры зависит как от времени, прошедшего от момента нарушения кровоснабжения мозговой ткани, так и от индивидуальных особенностей пациента. В первые 3 часа от начала заболевания пенумбра обнаруживается у 90–100% пациентов, однако в 75–80% случаев она выявляется и на протяжении первых 6 часов. Это свидетельствует о том, что ис-

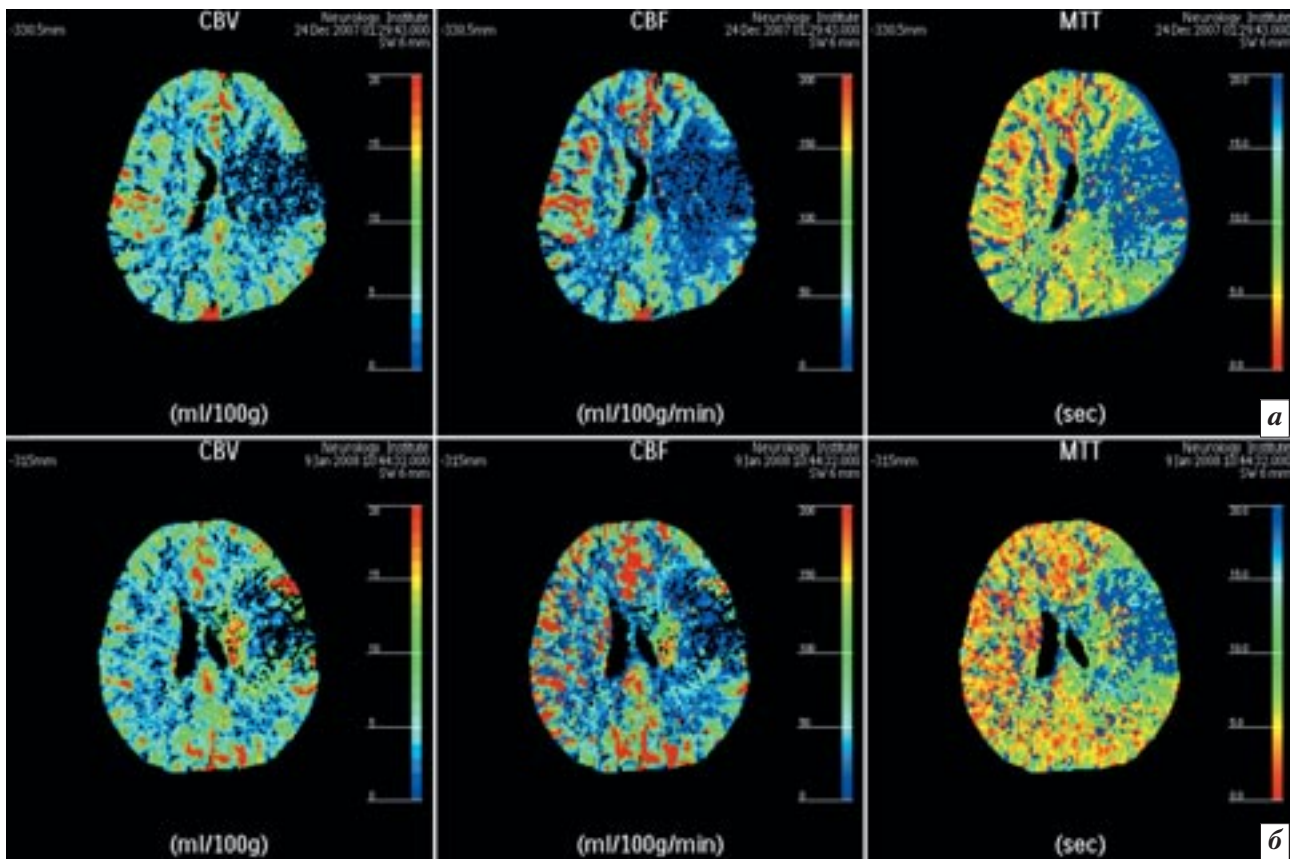


Рис. 5. КТ-перфузия у пациента 48 лет с инфарктом в левом полушарии большого мозга. Карты CBV, CBF и MTT. Серия *a* – через 19 ч после начала заболевания. Серия *б* – через 14 дней после начала заболевания. Отмечается уменьшение размеров зон изменения всех перфузионных параметров, что свидетельствует о реперфузии в ишемическом очаге.

Таблица 3

**Терапевтическая тактика в зависимости от выявленных перфузионных нарушений в первые часы ИИ**

Зоны с измененными CBV и CBF совпадают	Независимо от размеров очага лечение (реканализация) не требуется
Большая зона с измененным CBV; зона с измененным CBF превышает измененным CBV	Возможно проведение реканализации в зависимости от времени, прошедшего от начала заболевания и размеров очага. При размере зоны с измененным CBV >100 мл терапия не проводится
Небольшая зона с измененным CBV; зона с измененным CBF превышает зону с измененным CBV	Возможно, реканализация является оптимальным методом лечения. В случае если от начала заболевания прошло длительное время, то терапия не проводится

пользование методики оценки жизнеспособности ткани является оптимальным для отбора пациентов, которым показано проведение тромболитической терапии вне зависимости от временных характеристик. В дальнейшем, по мере развития необратимых изменений, кровотоков в очаге, как правило, снижается (рис. 5).

В целом, практическая интерпретация параметров КТ-перфузии при остром ИИ выглядит

следующим образом [24, 32] (таблица 3).

КТ-перфузия позволила скорректировать традиционные представления о пенумбре. Понятие «инструментально выявленной пенумбры» значительно упрощает понимание происходящих в действительности процессов. Вещество мозга в этой области, которое не погибает даже при отсутствии реперфузии, представляет собой т.н. участок «доброкачественной олигемии».

Это имеет важное клиническое значение, поскольку методы лечения, применение которых основано на переоценке объема ткани в зоне риска, вероятно, окажутся слишком агрессивными для того участка мозгового вещества, который, скорее всего, выживет и без активного вмешательства, и при этом будут связаны с риском для пациента.

В заключение хотелось бы сказать, что дополнительная информация о гемодинамике на

капиллярном уровне, которая становится доступной при помощи КТ-перфузии, может оказаться очень важной в будущем при проведении клинических исследований лечения ИИ. КТ может улучшить методику включения пациентов в исследования и способствовать набору только тех больных, вероятность эффективности терапии у которых наиболее высока. Комбинация КТ-ангиографии и КТ-перфузии, которую условно называют «ангиографией на капиллярном уровне», может использоваться для выявления пациентов с окклюзирующим тромбозом крупных проксимальных сосудов, которым показано проведение внутриартериального тромболитика [22]. Возможность при помощи количественных данных КТ-перфузии выявлять участки мозгового вещества, которые еще сохраняют жизнеспособность, но могут погибнуть, если кровоток не будет восстановлен в ближайшее время, может обеспечить обоснование для выбора максимального промежутка времени, в течение которого может проводиться тромболитик, в отличие от существующих в настоящее время произвольно выбранных временных рамок. МРТ-перфузия уже используется для расширения времени «терапевтического окна» у пациентов с различными размерами очагов нарушений ДВ-МРТ/МРТ-перфузия. Аналогичную роль может играть и КТ-перфузия [18].

Современные методы нейровизуализации, включая КТ-перфузию, позволяют прогнозировать исход ИИ, на который влияют размер и локализация ишемического очага, а также наличие или отсутствие реканализации. Пенумбра постоянно изменяется, и на ее трансформацию влияют несколько факторов, включая время, прошедшее после начала заболевания, резидуальный и коллатеральный кровоток, уровень глюкозы, температуру, гематокрит и исходное систолическое АД, а также проведенное

лечение. Считается, что результаты КТ-перфузии могут служить суррогатным маркером тяжести инсульта, и, возможно, превосходят по прогностической значимости такие показатели, как оценка по NIHSS и ASPECTS [24].

КТ-перфузия может служить надежным и доступным инструментом диагностики ИИ в острейшем периоде, который проводится в качестве необременительного дополнения к традиционному КТ и позволяет определить целесообразность проведения того или иного вида тромболитической терапии у конкретного пациента вне зависимости от временных рамок. Полученные данные делают возможным точное определение распространности зоны дисгемии и разграничение необратимо поврежденной ткани и пенумбры, что позволяет быстро выбрать тактику дальнейшего лечения и в дальнейшем оценить его эффективность. Внедрение новых возможностей КТ-сканеров и программного обеспечения будет способствовать увеличению скорости, размеров и разрешения КТ-перфузии.

Таким образом, КТ-перфузия представляет собой пример эффективного использования возможностей нейровизуализации для внедрения новейших методов лечения и исследования патофизиологии острого ишемического инсульта.

#### Литература

1. Варакин Ю. Я. Эпидемиологические аспекты профилактики нарушений мозгового кровообращения // *Атмосфера. Нервные болезни*. – 2005. – № 2. – С. 4-10.
2. Верещагин Н. В., Моргунов В. А., Гулевская Т. С. *Патология головного мозга при атеросклерозе и артериальной гипертензии*. – М.: Медицина, 1997. – 288 с.
3. Верещагин Н. В., Пирадов М. А., Суслина З. А. *Инсульт. Принципы диагностики, лечения*

*и профилактики*. – М.: Интермедика, 2002. – 208 с.

4. *Диагностическая нейрорадиология* / Под ред. В. Н. Корниенко, И. Н. Пронина. – М., 2006.
5. *Инсульт: диагностика, лечение, профилактика* / Под ред. З. А. Суслиной, М. А. Пирадова. – М.: МЕДпресс-информ, 2008.
6. Коновалов А. Н., Корниенко В. Н., Пронин И. Н. *МРТ в нейрохирургии*. – М.: Видар, 1997. – 471 с.
7. *Исследование тканевой перфузии головного мозга методом компьютерной томографии* / В. Н. Корниенко, И. Н. Пронин, И. С. Пьяных, Л. М. Фадеева // *Мед. визуализация*. – 2007. – № 2. – С. 70-81.
8. *Очерки ангионеврологии* / Под ред. З. А. Суслиной. – М.: Атмосфера, 2005.
9. Суслина З. А., Варакин Ю. Я. *Эпидемиологические аспекты изучения инсульта. Время подводить итоги*. // *Анналы клин. эксперим. неврологии*. – 2007. – Т. 1, № 2. – С. 22-28.
10. *РКТ и МРТ в диагностике ИИ* // Г. Е. Труфанов, В. А. Фокин, И. В. Пьянов, Е. А. Банникова. – С-Пб.: Элби-СПб, 2005. – 191 с.
11. Axel L. *Cerebral blood flow determination by rapid sequence computed tomography* // *Radiology*. – 1980. – Vol. 137. – P. 679-686.
12. Bloch F., Hanson H., Packard M. *Nuclear induction* // *Phys. Rev.* – 1946. – Vol. 70. – P. 460-474.
13. Carr H., Purcell E. *Effects of diffusion on free precession in nuclear magnetic resonance experiments* // *Phys. Rev.* – 1954. – Vol. 94. – P. 630-638.
14. Edelman R., Hesselink J., Zlatkin M. *Clinical Magnetic Resonance Imaging* / Ed. by R. R. Edelman. – 2nd ed. – 1996. – Vol. 1. – P. 1150.
15. Fisher M. *Characterizing the target of acute stroke therapy* // *Stroke*. – 1997. – Vol. 28. – P. 866-872.
16. *Diffusion weighted MR imaging: diagnostic accuracy in patients*

- imaged within 6 hours of stroke symptom onset / R. Gonzalez, P. Schaefer, F. Buonanno et al. // *Radiology*. – 1999. – Vol. 210. – P. 155-162.
17. Acute ischemic stroke – imaging and intervention / R. G. Gonzalez, S.A. Hirsch, W. J. Koroshetz. – Springer, 2006. – 268 p.
18. The desmoteplase in acute stroke trial (DIAS): A phase II MRIbased 9-hour window acute stroke thrombolysis trial with intravenous desmoteplase / R. Gonzalez, P. Schaefer, F. Buonanno F. et al. // *Stroke*. – 2005. – Vol. 36. – P. 66-73.
19. Heiss W.D. Ischemic penumbra: evidence from functional imaging in man // *J. Cereb. Blood Flow Metab.* – 2000. – Vol. 20. – P. 1276-1293.
20. Cerebral perfusion CT: technique and clinical applications / E. G. Hoffner, I. Case, R. Jain et al. // *Radiology*. – 2004. – Vol. 231. – P. 632-644.
21. Hossmann K.A. Viability thresholds and the penumbra of focal ischemia // *Ann. Neurol.* – 1994. – Vol. 36. – P. 557-565.
22. CT angiography in the rapid triage of patients with hyperacute stroke to intraarterial thrombolysis: accuracy in the detection of large vessel thrombus / M. H. Lev, J. Farkas, V. R. Rodriguez et al. // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 2001. – Vol. 25. – P. 520-528.
23. Turbo spin-echo diffusion-weighted MR of ischemic stroke / K.O. Lovblad, P. Jakob, Q. Chen et al. // *AJNR*. – 1998. – № 19. – P. 201-208.
24. Multidetector Computed Tomography in Cerebrovascular Disease. CT Perfusion Imaging / Ed. by K.A. Miles, J.D. Eastwood, M. Konig. – Informa UK, 2007.
25. Moritani T., Ekholm S., Westesson P. L. Diffusion-weighted MR imaging of the brain. – Springer, 2005. – 229 p.
26. Diffusion-weighted MR imaging of acute stroke: correlation with T2-weighted and magnetic susceptibility-enhances MR imaging in cats / M.E. Moseley, J. Kucharczyk, J. Mintorovitch et al. // *AJNR*. – 1990. – № 11. – P. 423-429.
27. Neumann-Haefelin T., Moseley M. E. MRI in acute stroke // *Imaging in stroke* / Ed. by M. Hennerici. – London: Remedica, 2003. – P. 43-62.
28. Diffusion and perfusion-weighted MRI response to thrombolysis in stroke / M. W. Parsons, P. A. Barber, J. Chalk et al. // *Ann Neurol*. – 2002. – Vol. 51. – P. 28-37.
29. Parsons M.W. Perfusion CT: is it clinically useful? // *Int. J. Stroke*. – 2008. – Vol. 3. – P. 41-50.
30. Schaefer P.W., Grant P.E., Gonzalez R.G. Diffusion-weighted MR imaging of the brain // *Radiology*. – 2000. – Vol. 217. – P. 331-345.
31. Schlaug G., Benfield A., Baird A.E. et al. The ischemic penumbra: operationally defined by diffusion and perfusion MRI // *Neurology*. – 1999. – Vol. 53. – P. 1528-1537.
32. CT perfusion // *Acute Ischemic Stroke. Imaging and Intervention* / Ed. by R.G. Gonzalez, J.A. Hirsch, S.H. Shetty et al. – Berlin; Heidelberg : Springer - Verlag, 2006.
33. Imaging tutorial: differential diagnosis of bright lesions on diffusion-weighted MR images / T.W. Stadnik, P. Demaerel, R.R. Luypaert et al. // *Radiographics*. – 2003. – Vol. 23. – P. 7.
34. Stejskal E., Tanner J. Use of spin echo in pulsed magnetic field gradient to study anisotropic restricted diffusion and flow // *J. Chem. Phys.* – 1965. – Vol. 43. – P. 3579-3603.
35. Thurnher M.M., Castillo M. Imaging in acute stroke // *Eur. Radiol.* – 2005. – Vol. 15, № 3. – P. 408-415.
36. Warach S., Dashe J.F., Edelman R.R. Clinical outcome in ischemic stroke predicted by early diffusion-weighted and perfusion magnetic resonance imaging: a preliminary analysis // *J. Cereb. Blood Flow Metab.* – 1996. – Vol. 16. – P. 53-59.

Поступила 16.10.2010

## **Результаты применения стента Resolute в каждодневной клинической практике у 5000 больных**

**Савченко А. П., Руденко Б. А., Черкавская О. В.**

*ФГУ Российский кардиологический научно-производственный  
комплекс Министерства здравоохранения  
и социального развития РФ, г. Москва*

## **Results of using the Resolute stent in everyday clinical practice in 5000 patients**

**Savchenko A. P., Rudenko B. A., Cherkavskaya O. V.**

*Russian Cardiology Research-and-Production Complex,  
Russian Ministry of Health and Social Development  
of the Russian Federation, Moscow*

В течение последних нескольких десятилетий эндоваскулярные методы прочно заняли лидирующие позиции в лечении ишемической болезни сердца. Благодаря своей клинической эффективности и малотравматичности эндоваскулярное лечение позволяет активизировать пациента в максимально короткие сроки. Тем не менее, история развития эндоваскулярного лечения ИБС представляет собой развитие технологий по преодолению недостатков и ограничений метода. Изначально применение традиционной баллонной ангиопластики сопровождалось достаточно высоким риском развития острых перипроцедуральных осложнений, что не позволяло применять метод при осложненных типах коронарного атеросклероза. Появление коронарных стентов обеспечило полный контроль над непосредственными результатами процедуры, поскольку коронарное стентирование устраняло основные патогенетические механизмы осложнений после баллонной анги-

опластики (диссекция интимы, эластическое спадение сосудистой стенки, острый тромбоз). Тем не менее, отдаленные результаты эндоваскулярного лечения несмотря на появление коронарных стентов были сопряжены с высокой частотой рецидива симптомов стенокардии вследствие развития рестеноза в месте имплантации эндопротеза. Этот лимитирующий фактор определил появление технологии лекарственного стентирования в начале первого десятилетия нынешнего века. По мере развития этой технологии выяснилось, что концепция локальной доставки лекарственного препарата с помощью носителей различного типа является одной из наиболее перспективных областей современной медицины. Можно без преувеличения сказать, что в настоящее время в области эндоваскулярного лечения ИБС практический эффект от применения этой технологии реализован с наибольшей эффективностью. Благодаря появлению коронарных стентов с лекарственным

покрытием достигнуто радикальное снижение частоты развития рестеноза стента за счет антипролиферативных свойств препаратов, нанесенным на металлическую основу эндопротеза. Технология лекарственного стентирования позволила обеспечить стойкий клинический эффект, надежные отдаленные результаты с низкой вероятностью рецидива стенокардии. Тем не менее, по мере накопления клинического опыта и научных данных об отдаленных результатах лекарственного стентирования стало очевидным, что прогнозировать надежный клинический эффект после имплантации лекарственных стентов возможно только при длительном приеме двойной антиагрегантной терапии. После прекращения приема антиагрегантов отдельные категории пациентов находятся в зоне повышенного риска поздних тромботических осложнений. Исследования, проведенные как за рубежом, так и в нашем кардиологическом центре, показали, что наиболее подвержены поздним

тромботическим осложнениям больные с сахарным диабетом, протяженными стенозами, почечной недостаточностью, низкой фракцией выброса [1, 2, 3]. В последнее время появились научные данные о поздних и очень поздних тромбозах лекарственных стентов, возникающих в течение трех и даже пяти лет после имплантации [4, 5].

В недавно опубликованных трехлетних результатах исследования ARTS II [6] сообщалось о 39 случаях тромбоза более 600 рапамицинпокрытых стентов (доказанных, возможных и предположительных), приведших к летальному исходу у 8 (20,5%) и ОИМ у 25 (64,1%) больных. В целом, частота тромбоза стента в исследовании составила 1,5% в первые 30 дней, 1,3% – через год наблюдения, 1,6% – к концу второго года и 2,4% – через три года от имплантации. Доказанный тромбоз стента произошел у 21 больного.

Для изучения морфологических причин поздних тромбозов стентов были выполнены работы с проведением ультразвуковых, ангиоскопических и патогистологических исследований. В работе Kotami J. et al. [7] были выполнены внутрисосудистые ультразвуковые исследования через 6 и 9 месяцев после имплантации рапамицин-покрытых стентов. Авторы выявили низкую степень (менее 50% поверхности стента) эпителизации эндопротезов как через 6, так и спустя 9 месяцев после имплантации. При проведении ангиоскопического обследования 15 рапамицин-покрытых стентов и 22 непокрытых металлических стентов через 6 месяцев после имплантации выявлено, что все 22 непокрытых стента имели полное покрытие эпителием, в то время как только 2 (13%) стента с рапамицином имели полную эпителизацию.

Современные лекарственные препараты, используемые на коронарных эндопротезах для локальной доставки, подавляют не только патологический процесс

гладкомышечной пролиферации, но и физиологический процесс эндотелизации или нормального заживления после имплантации инородного тела. Важность быстрого формирования слоя эндотелия в становлении нормальных регулятивных механизмов подчеркивалась ранее. Так, в эксперименте [8] доказано, что после образования полноценного эндотелиального слоя практически полностью прекращается процесс пролиферации гладкомышечных клеток. Помимо этого, нормальная эндотелиальная функция предотвращает спазматический компонент в зоне эндопротезирования, в то время как отсутствие эндотелия и эндотелиальная дисфункция приводят к хронической вазоконстрикции, что может послужить дальнейшим триггером патологических процессов. В настоящее время научно доказанным и вызывающим беспокойство является факт, что лекарственное стентирование благодаря замедлению эндотелизации и локальному воспалению способствует повышению риску отдаленных тромботических осложнений.

Тем не менее, основной вывод проведенных исследований заключался в том, что полимер, используемый в лекарственных стентах в качестве резервуара для препарата, является наиболее мощным тромбогенным фактором. Главная патоморфологическая находка в большинстве работ – местные воспалительные и аллергические клеточные реакции, которые сохраняются после имплантации стентов в течение длительного времени [9, 10, 11, 12]. Большинство используемых в настоящее время полимеров обладают гидрофобными характеристиками, что необходимо для постепенной диффузии лекарственного препарата. Тем не менее, гидрофобность полимера является воспалительным и аллергическим фактором, к тому же полимер остается в сосудистом русле даже после полного высвобождения лекарственного

препарата. Так, полное высвобождение лекарственного препарата отмечается через 30 дней после имплантации рапамицин-покрытых стентов. Тем не менее, риск позднего тромбоза сохраняется в течение более длительного времени, что указывает на то, что основной тромбогенный фактор находится в сосудистом русле.

Таким образом, появление стентов с лекарственным покрытием обеспечило радикальное снижение частоты рецидивов стенокардии в течение первого года после стентирования. Тем не менее, надежная гарантия отдаленной безопасности эндоваскулярного лечения подразумевала совершенствование существующих технологий и создание стентов нового поколения. Прежде всего, требовалась разработка полимерного покрытия с минимальными тромбогенными свойствами. Разработка и внедрение в клиническую практику стента Resolute – новая веха в преодолении основных лимитирующих факторов эндоваскулярного лечения. На этот раз усилия ученых были сосредоточены на повышении отдаленной эффективности лечения и снижении риска поздних тромботических осложнений.

Принципиально новый дизайн лекарственного стента Resolute обусловлен использованием в качестве резервуара для лекарственного препарата нового трехкомпонентного полимера BioLinx [13, 14]. Уникальность нового полимера состоит в том, что благодаря его трехкомпонентности обеспечивается быстрое начальное высвобождение ударной дозы препарата, постепенное высвобождение основной дозы препарата в течение длительного времени (180 дней), гарантируется высокая биосовместимость полимера за счет гидрофильного компонента (рис. 1).

Основу полимерного покрытия, как и в стентах первого поколения, составляет гидрофобный слой полимера С10, который обеспечивает медленную диффузию

препарата и является неотъемлемым компонентом любого лекарственного эндопротеза. Тонкий слой водорастворимого полимера (поливинил пирролидон) обеспечивает быстрое поступление начальной дозы лекарственного препарата при попадании стента в сосудистое русло. Главное достоинство нового покрытия – внутренний обращенный к сосудистой стенке слой, состоящий из гидрофильного полимера С19, который способствует максимальной биосовместимости и снижает воспалительную реакцию со стороны сосудистой стенки.

Принципиально новое покрытие BioLinx продемонстрировало хорошие результаты в экспериментальной модели и стало основой создания стента Resolute для клинической практики. Первые клинические результаты применения нового стента были получены в ходе проспективного многоцентрового нерандомизированного исследования RESOLUTE [15]. В журнале EuroIntervention в 2010 году были опубликованы данные двухгодичного наблюдения 139 больных ИБС с поражением одного сосуда в нативном коронарном русле, которым были имплантированы стенты Resolute за период 2005–2006 гг. в 12 медицинских центрах Австралии и Новой Зеландии. Диаметр пораженных сосудов составил от 2.5 до 3.5 мм, длина пораженного участка – от 14 до 27 мм; 20% больных, включенных в исследование, имели сахарный диабет. Первичной точкой наблюдения являлась величина поздней потери просвета, которая измерялась ангиографически через 9 месяцев, вторичными точками – частота развития основных коронарных событий (МАСЕ) и повторная реваскуляризация в зоне стеноза в течение первого и второго года наблюдения. Основные клинические результаты наблюдения представлены в таблице 1.

Как показывают результаты, за время наблюдения коронарная смерть была у одного пациента,

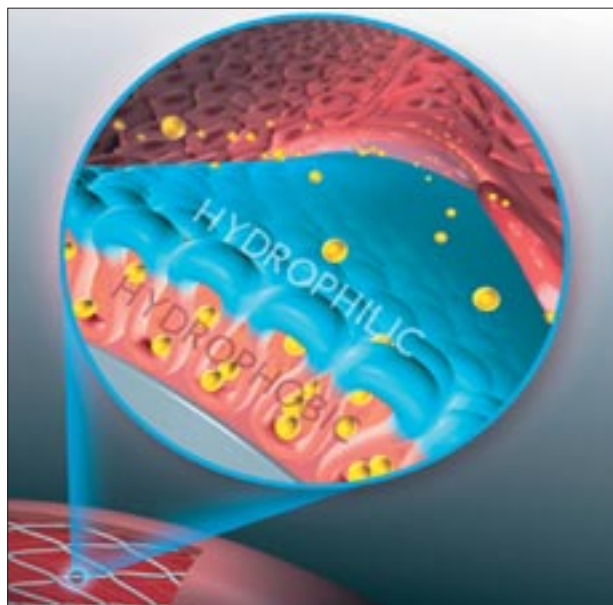


Рис. 1. Полимерное покрытие стента Resolute.

Таблица 1

**Клинические результаты наблюдения после имплантации стентов Resolute**

Исходы	Первый год наблюдения (n = 139)	Второй год наблюдения (n = 139)
МАСЕ	12 (8.6%)	14 (10.1%)
Коронарная летальность	1 (0.7%)	1 (0.7%)
ИМ	8 (5.8%)	8 (5.8%)
Повторная реваскуляризация в зоне стеноза	1 (0.7%)	2 (1.4%)

Таблица 2

**Поздние тромбозы после имплантации стентов Resolute**

Исходы	Первый год наблюдения (n = 139)	Второй год наблюдения. Суммарные результаты (n = 139)
Тромбоз в течение 30 дней		
Документированный	0	0
Возможный	0	0
Вероятностный	0	0
Тромбоз от 30 до 365 дней		
Документированный	0	0
Возможный	0	0
Вероятностный	1 (0.7%)	1 (0.7%)
Тромбоз более 365 дней		
Документированный		0
Возможный		0
Вероятностный		0

8 больных перенесли инфаркт миокарда, 6 случаев инфаркта миокарда произошли перипроцедурально, тем не менее, были включены в результаты годичного наблюдения.

За общее время наблюдения не было зафиксировано определенного (или документированного) тромбоза стента, тем не менее, в течение первого года у одного боль-

ного развился инфаркт в зоне стентированного сосуда, что было расценено исследователями как вероятный поздний тромбоз (табл. 2).

Необходимо отметить, что у больных с осложненными характеристиками поражения (сахарный диабет, протяженные стенозы) не отмечалось достоверного увеличения неблагоприятных исходов по сравнению

Результаты стентирования у больных с сахарным диабетом и протяженными стенозами

Стадия	Сахарный диабет (n = 24)	Без сахарного диабета (n = 115)	p	Стенозы < 20 мм (n = 106)	Стенозы > 20 мм	p
МАСЕ	2 (8.3%)	12 (10.4%)	1	10 (9.4%)	4 (12.1%)	0.7
Коронарная летальность	0	1 (0.9%)	1	4 (3.8%)	0	0.5
ИМ	0	8 (7%)	0.3	5 (4.7%)	3 (9.1%)	0.4
Повторная реваскуляризация	0	0	нд	1 (0.9%)	1 (3%)	0.4
Поздний тромбоз	0	0	нд	0	0	нд

Таблица 4

Сравнительные клинические результаты имплантации стентов Resolute и Xience в исследовании All Comers (12 месяцев)

Исходы	Resolute (n = 1250)	Xience (n = 1250)
МАСЕ	8.7%	9.7%
Повторная реваскуляризация	9.0%	9.0%
Поздний тромбоз	0.1%	0.8%

с другими больными. Малочисленность наблюдений также может играть роль, поэтому для объективного изучения результатов у таких больных могут потребоваться более объемные исследования.

Первые клинические данные применения стента Resolute не позволяли объективно оценить результаты лечения, поскольку вышеупомянутое исследование имело малое количество клинических наблюдений, не имело группы сравнения и включало больных с неосложненными морфологическими характеристиками коронарного атеросклероза.

Лишенным этих недостатков стало Европейское исследование Resolute All Comers, в котором участвовали 18 медицинских центров [16]. Как следует из названия исследования, включение в него пациентов проводилось без каких-либо строгих ограничений – включались все больные, подходящие для проведения эндоваскулярного лечения. В основную и контрольную группы было включено по 1250 пациентов, контрольную группу составили больные, которым были имплантированы лекарственные стенты Xience. Необходимо отметить, что эти стенты рекомендовали себя в нескольких рандомизированных исследованиях как надежное средство профилактики поздних осложнений. В связи с этим группа со стентами Xience была выбрана для объективной сравнительной оценки клинических результатов. Как уже было отмечено, в исследовании были включены больные, как с осложненными морфоло-

гическими характеристиками (многососудистое поражение, протяженные стенозы, кальциноз), так и пациенты с тяжелыми клиническими формами ишемической болезни сердца (острый коронарный синдром). Отдаленные сравнительные результаты были оценены по прошествии 12 месяцев по следующим критериям: первичная конечная точка – общая частота коронарных событий, вторичная точка – частота повторных реваскуляризаций и частота поздних тромбозов стента (табл. 4).

Результаты 12-месячного наблюдения общей популяции больных наглядно продемонстрировали, что стент Resolute не уступает в своей клинической эффективности хорошо изученному стенту Xience. Тем не менее, при раздельном анализе подгрупп тяжелых пациентов преимущества стента нового поколения были выявлены более отчетливо. В подгруппах пациентов с многососудистым поражением разница в частоте возникновения основных коронарных событий и частоте повторных реваскуляризаций была более существенной, хотя и не достигла статистически достоверной разницы. Так частота МАСЕ после имплантации стентов Resolute при многососудистом поражении составила 10.4%,

после имплантации стентов Xience – 12.2%. Частота повторных реваскуляризаций после имплантации стентов Resolute при многососудистом поражении составила 3.4%, после имплантации стентов Xience – 4.6%. Однако наибольшие преимущества стенты Resolute в исследовании All Comers продемонстрировали у больных с наличием острого коронарного синдрома: через 12 месяцев после имплантации этих стентов в остром периоде инфаркта миокарда частота основных коронарных событий составила 3.4%, после имплантации стента Xience – 8.4%. Эти результаты – свидетельство низкого тромбогенного потенциала стентов Resolute, поскольку эндоваскулярное лечение при остром инфаркте миокарда традиционно связано с высокой частотой госпитальных и поздних тромботических осложнений.

Продолжением исследования Resolute All Comers стало исследование Resolute International, которое охватило более 88 центров по всему миру и включило дополнительно 2500 пациентов с имплантацией стента Resolute [17]. Дизайн исследования и принцип включения пациентов не отличались от предыдущего исследования Resolute All Comers: включались пациенты с са-

мыми разнообразными морфологическими характеристиками и клиническими формами ИБС. Необходимо отметить, что расширение географии исследования и количества обследуемых больных продемонстрировали сохраняющуюся тенденцию к сокращению поздних тромботических осложнений и частоты коронарных событий после имплантации стента Resolute: частота поздних тромбозов стентов не превышала 0.1%, летальность в течение года составила 2.3%, при этом коронарная летальность составила 1.3%.

Таким образом, накопленный большой объем клинически наблюдений показывает высокую клиническую эффективность стента Resolute, которая обусловлена несколькими составляющими. Стент Resolute сохраняет основные свойства лекарственного эндопротеза и, прежде всего, высокую антипролиферативную активность: частота повторных реваскуляризаций, обусловленная формированием рестеноза, не превышала 4% в течение первого года наблюдения. Высокая антипролиферативная активность стента обусловлена как активным лекарственным веществом, так и гидрофобным слоем полимерного покрытия, обеспечивающим длительное и равномерное высвобождение препарата в течение 180 дней. Тем не менее, главное преимущество стента – минимальная частота поздних тромботических осложнений, которое достигается максимальной биосовместимостью полимера за счет дополнительного гидрофильного слоя, который минимизирует воспалительную реакцию со стороны сосудистой стенки. Подтверждением этому служат убедительные клинические данные о низкой частоте поздних тромботических осложнений (в том числе у больных с осложненным поражением) и хорошие отдаленные резуль-

таты применения этих стентов в остром периоде инфаркта миокарда.

#### Литература

1. *Late loss of early benefit from drug-eluting stents when compared with bare-metal stents and coronary artery bypass surgery: 3 years follow-up of the ERACI III registry* / A.E. Rodriguez, A.O. Maree, J. Mieres et al. // *Eur. Heart J.* – 2007. – Vol. 28, № 17. – P. 2118-2125.
2. *Long-term impact of routinely detected early and late incomplete stent apposition: an integrated intravascular ultrasound analysis of the TAXUS IV, V, and VI and TAXUS ATLAS workhorse, long lesion, and direct stent studies* / D.H. Steinberg, G.S. Mintz, L. Mandinov et al. // *JACC Cardiovasc. Interv.* – 2010. – Vol. 3, № 5. – P. 486-494.
3. *Drug-eluting stents* / X. Ma, T. Wu, M.P. Robich et al. // *Int. J. Clin. Exp. Med.* – 2010. – Vol. 3, № 3. – P. 192-201.
4. Савченко А.П., Руденко Б.А. Клиническая эффективность эндоваскулярных технологий при лечении ишемической болезни сердца // *Кардиол. вестник.* – 2008. – № 1. – P. 9-15.
5. *Coronary stent thrombosis in the current drug-eluting stent era: insights from the ERACI III trial* / A.E. Rodriguez, J. Mieres, C. Fernandez-Pereira et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2006. – Vol. 47, № 1. – P. 205-207.
6. *ART II. 5-year clinical outcomes of the ARTS II (Arterial Revascularization Therapies Study II) of the sirolimus-eluting stent in the treatment of patients with multivessel de novo coronary artery lesions* / P.W. Serruys, Y. Onuma, S. Garg et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2010. – Vol. 55, № 11. – P. 1093-1101.
7. *Kotami J., Awata M., Nanto S. Incomplete neointimal coverage of sirolimus-eluting stents* // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2006. – Vol. 47. – P. 2108-2111.
8. *Long-term follow-up of patients with mild coronary artery disease and endothelial dysfunction* / J.A. Suwaidi, Hamasaki S., Higano S.T. et al. // *Circulation.* – 2000. – Vol. 101. – P. 948-954.
9. *Artang R., Dieter R.S. Analysis of 36 reported cases of late thrombosis in drug-eluting stents placed in coronary arteries* // *Am. J. Cardiol.* – 2007. – Vol. 99. – P. 1039-1043.
10. *Farb A., Burke A.P. Pathological mechanism of fatal late coronary stent thrombosis in humans* // *Circulation.* – 2003. – Vol. 108. – P. 1701-1706.
11. *Late angiographic stent thrombosis events with drug-eluting stents* / A.T. Ong, E. McFadden, Regar E. et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2005. – P. 45. – P. 2008-2092.
12. *Early and late coronary stent thrombosis of sirolimus-eluting and paclitaxel-eluting stents in routine clinical practice: data from a large two-institutional cohort study* / J. Daemen, P. Wenaweser, K. Tsuchida et al. // *Lancet.* – 2007. – Vol. 369. – P. 667-678.
13. *Novel High Throughput polymer biocompatibility screening designed for SAR: application for evaluating polymer coating for cardiovascular drug-eluting stents* / A. Hezi-Yamit et al. // *Combinatorial Chem.* – 2009, 12.
14. *The next generation endeavor resolute stent: role of the biolinx polymer system* / K. Udipi, R.J. Melder, M. Cheng et al. // *EuroIntervention.* – 2007. – Vol. 3, № 1. – P. 137-139.
15. *Long-term clinical outcomes with the next-generation Resolute Stent System: a report of the two-year follow-up from the RESOLUTE clinical trial* / I.T. Meredith, S.G. Worthley, R. Whitbourn et al. // *EuroIntervention.* – 2010. – Vol. 5, № 6. – P. 692-697.
16. *Serruys P. A randomized comparison of a zotarolimus-eluting stents with everolimus-eluting stents for percutaneous coronary intervention.* PCR, 2010.
17. *Serruys P. A randomized comparison of a zotarolimus-eluting stents with everolimus-eluting stents for percutaneous coronary intervention.* TCT, 2010.

Поступила 03.06.2010

## **Безопасность современных йодированных рентгеноконтрастных средств**

**Поляев Ю.А., Шимановский Н.Л.**

*ГОУ ВПО Российский государственный медицинский университет,  
г. Москва*

## **Safety of the currently available iodinated radiopaque contrast agents**

**Polyaev Yu. A., Shimanovsky N. L.**

*Russian State Medical University,  
Moscow*

Йодсодержащие органические рентгеноконтрастные средства (РКС) все шире используются как для рентгеновской диагностики, так и рентгенохирургии. Одновременно с этим возрастает роль безопасности РКС, так как их все чаще необходимо применять у пожилых больных, нередко страдающих тяжелыми сопутствующими заболеваниями, влияющими на переносимость РКС. Поэтому так важно правильно выбирать диагностический препарат для каждого больного и проводить комплекс мероприятий для профилактики возможных осложнений. Несмотря на то, что некоторые из современных РКС, характеризующихся низкой осмоляльностью, низкой вязкостью и высокой гидрофильностью, не имеют абсолютных противопоказаний (например, препарат йопромид, Ультравист), существует ряд предостережений и рекомендаций по их применению в зависимости от исходного состояния больного, а также по профилактике и лечению возможных побочных реакций. Учитывая актуальность этих вопросов для медицинской практики, Европейское общество урорадиологов разработало рекомендации по контрастным

средствам, посвященное различным аспектам безопасности их применения [1]. Данное руководство выдержало уже 7 изданий (последнее вышло в 2008 г.), постоянно дополняясь новыми сведениями и фактами. Оно переведено на 7 языков, в том числе на русский. Являясь плодом коллективного творчества экспертов и врачей, работающих в области радиологии и урологии, оно все же не всегда соответствует современным представлениям патофизиологии и фармакологии или не успевает учесть все время появляющиеся результаты новых исследований. Поэтому целью данного обзора является не интерпретация существующих рекомендаций Европейского общества урорадиологов, а обсуждение наиболее спорных вопросов возможных механизмов побочных эффектов различных РКС с учетом новых данных для того, чтобы выбор того или иного препарата, как потенциально наиболее безопасного для данного больного, был бы наиболее обоснованным и оправданным.

Для правильного понимания преимуществ и недостатков современных контрастных средств целесообразно обратиться к ис-

тории поиска наиболее безопасного препарата в последние десятилетия. В 50–70-е годы прошлого столетия в рентгенологии с успехом применялись ионные трийодированные препараты (амидотризоат, Урографин и его аналоги). Однако по мере развития диагностических технологий (компьютерная томография) и рентгенохирургии (чрескожные интервенционные вмешательства) требовалось введение все больших доз РКС и повышение скорости их введения. При этом ионные препараты, будучи высокоосмоляльными (около 2000 мОсмоль/кг воды), часто вызывали острые (т.е. возникающие в течение 60 мин после введения препарата) побочные реакции (частота около 12%) [2]. Такие реакции чаще были легкими (тошнота, легкая рвота, кожная сыпь, зуд) и умеренными (тяжелая рвота, выраженная кожная сыпь, бронхоспазм, отек лица/гортани, вагусные сосудистые реакции). Реже они были тяжелыми (гипотензивный шок, остановка дыхания, остановка сердечной деятельности, судороги). Изучая механизмы этих реакций, фармакологи пришли к выводу, что главным образом они связаны с высокой

осмотичностью этого класса РКС и наличием у них заряженной отрицательной карбоксильной группы, способной достаточно сильно связываться с биомакромолекулами и влиять на электровозбудимые свойства биомембран [2]. Поэтому усилия ученых были направлены на создание неионных РКС, в которых карбоксильная группа заменена на ряд гидроксильных. В результате в 80-е годы были получены стабильные мономерные тригидрированные неионные низкоосмоляльные РКС (йогексол, йопамидол, йопромид, йоверсол и др.) с осмоляльностью 600–800 мОсмоль/кг воды, которые позволили снизить частоту острых побочных реакций примерно в 3 раза и с успехом их применять для целей компьютерной томографии (безопасного введения больших доз) и интервенционных вмешательств у больных любого возраста, в том числе и детей [2]. Продолжая работать в этом направлении, химики-синтики сумели еще в большей степени снизить осмоляльность РКС путем димеризации мономеров неионных РКС, создав препараты осмоляльные по отношению к крови. Первым димерным препаратом стал йотролан (Изовист), вторым – йодиксанол (Визипак). Однако при внедрении димерных препаратов в клиническую практику оказалось, что несмотря на их способность еще больше снижать частоту острых реакций, они довольно часто (в 8–12%) случаев вызывают отсроченные побочные реакции (кожная сыпь, бронхоспазм и др.) через 60 мин–7 дней после введения [3]. При изучении механизмов отсроченных реакций было установлено, что они в основном обусловлены повышенной вязкостью растворов димерных РКС, которая неизбежно растет при димеризации, и усилением взаимодействия димерной молекулы РКС с иммунокомпетентными клетками. Поэтому показания для Изовиста были изменены, и он стал применяться

только для целей миелографии, где повышенная вязкость, наряду с изоосмотичностью, играет положительную роль, а показания для внутрисосудистого введения были исключены. В то же время второй димерный препарат йодиксанол, несмотря на то, что он также примерно в 3 раза чаще вызывает отсроченные побочные реакции, чем мономерные РКС, продолжил рекомендоваться для внутрисосудистого введения. Более того, появились попытки доказать, что он по сравнению с мономерными неионными РКС даже в меньшей степени влияет на функцию почек, особенно у больных с исходной почечной недостаточностью. Для доказательства был использован surrogate параметр – уровень сывороточного креатинина, хотя, с точки зрения современной патофизиологии, более важными показателями функции почек являются не уровень, а клиренс креатинина, а также удельный вес мочи и концентрации в ней электролитов, которые отражают важнейшую концентрирующую функцию почек [4]. Однако таких исследований пока рентгенологи не провели и продолжают ориентироваться только на уровень сывороточного креатинина (его наиболее просто определить у больных в клинике), получая ошибочные представления о действии РКС на функцию почек. Доказательствами ошибочности такого подхода служат следующие факты:

1. Спонтанное изменение уровня креатинина у больных, которым не вводили РКС (при этом частота и величина повышения уровня сывороточного креатинина были сравнимы с теми, что были получены в ряде сравнительных исследований с использованием РКС) [5, 6].

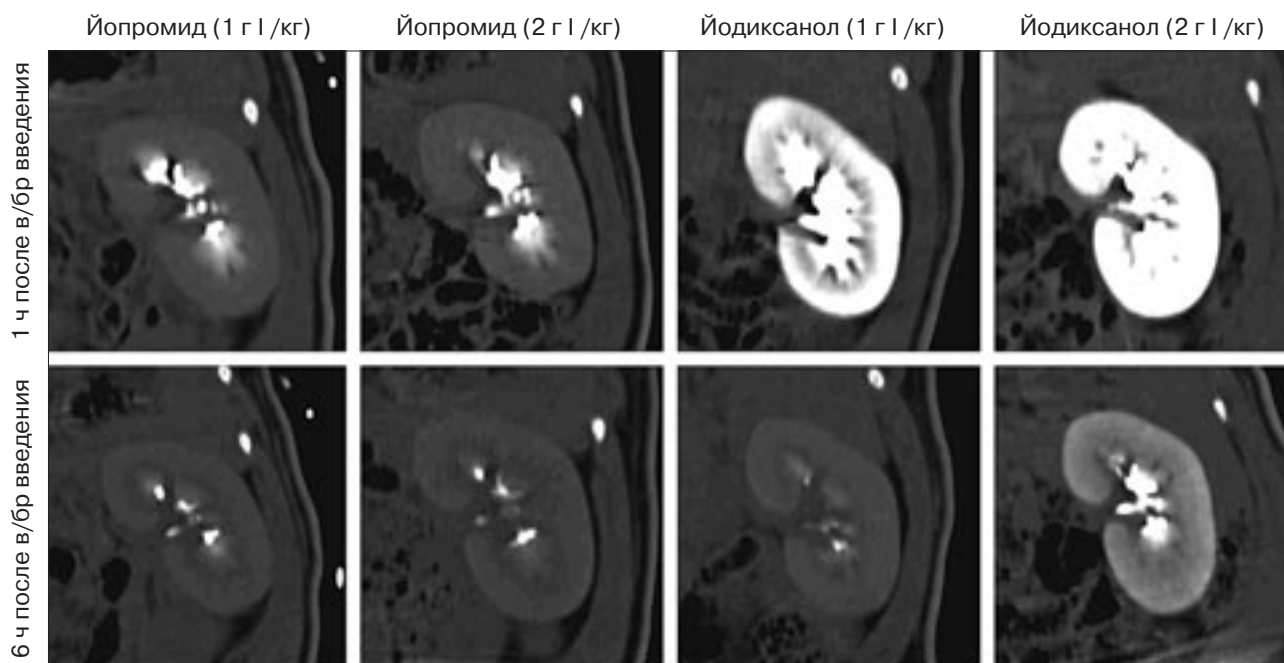
2. Отсутствие учета наличия диуретического эффекта у низкоосмоляльных РКС и отсутствие его у изосмоляльных РКС. Ведь именно различие в диуретическом эффекте может быть причиной неодинакового влияния этих

РКС на уровень сывороточного креатинина, так как уменьшение объема циркулирующей крови вследствие повышения диуреза неизбежно приводит к повышению концентрации всех содержащихся в крови компонентов, в том числе и креатинина. В первые часы после введения РКС именно это можно наблюдать в случае неионных мономерных РКС [7]. В то же время йодиксанол в эти часы даже уменьшает уровень креатинина в сыворотке в результате повышения объема крови вследствие введения объема самого РКС и обычно проводимой дополнительной гидратации пациента. Со временем все меняется: наоборот, через 7 дней после введения контрастного средства процент больных с повышенным уровнем креатинина в сыворотке в группе йодиксанола становится примерно 2 раза больше, чем в группе йопромида [2].

3. При оценке влияния РКС на функцию почек не по уровню сывороточного креатинина, а по уровню клинических значимых конечных показателей, таких как необходимость госпитализации в связи с почечной недостаточностью и необходимость проведения гемодиализа, оказалось, что йодиксанол в 2 раза чаще вызывает нефропатию, чем низкоосмоляльные РКС [8].

Экспериментальные данные также свидетельствуют о потенциально большей нефротоксичности неионных димеров по сравнению с неионными мономерами. К ним относятся следующие:

1. Йодиксанол по сравнению с неионными мономерами (йопромид) намного в больших количествах (через 30 мин эта разница достигает 3-х раз) задерживается в почках, хотя контрастирование сосудов после введения сравниваемых препаратов, особенно в первые 30 мин, примерно одинаковое [9]. На результатах представленных на рис.1 видно, что через 1 и 6 час после введения йодиксанола его содержание



**Рис. 1.** КТ-сканирование почек крыс через 1 и 6 час после внутривенного введения йопромид или йодиксанола [9].

в почках гораздо выше, чем после введения йопромид.

Рентгеновская плотность (в единицах Хаунсфилда, НУ) почек у крыс после введения йопромид в дозе 1 и 2 г йода/кг достигала максимальных величин 266 и 400 НУ через 5 мин, а затем снижалась до 65 – 267 и 107 – 225 НУ через 1 час после введения соответственно. В то же время через 5 мин после введения этих же доз йодиксанола рентгеновская плотность в почках достигала величин 316 и 512 НУ соответственно, но затем росла до максимальных величин через 30 мин (632 НУ) и 1 час (572 НУ) и достигала тех же значений, что были в случае йопромид через час, только через 6 час [9].

Именно таким длительным контактом димерного препарата в почках можно объяснить появление вакуолизации в клетках почечных канальцев после введения йодиксанола. Вакуолизация – это первый признак, связанный с патологическим изменением лизосом, который указывает на начало развития нефротоксического эффекта. Оказалось, что вакуолизация наиболее выражена для неионных димеров (йотролан, йодиксанол), после

введения которых наблюдается задержка йодированного препарата в канальцевом эпителии [10, 11]. По характеру поглощения клетками эпителия почек йодиксанола сходно с накоплением путем эндоцитоза в клетках высокомолекулярных макромолекул типа декстрана. Поэтому эти данные указывают на преимущества мономерных РКС с меньшей молекулярной массой, которые значительно слабее вызывают вакуолизацию клеток, чем димерные РКС, имеющие большие размеры [2].

Повышенная вязкость йодиксанола приводит к замедлению кровотока [12]. У людей изменение микроциркуляции после системного введения РКС можно оценить путем наблюдения за капиллярным кровотоком в области ногтей пальцев руки с помощью видеомикроскопии. Оказалось, что введение в подмышечную артерию 20 мл димерного йодиксанола даже в низкой концентрации (270 мг йода/мл; осмоляльность 290 мОсмоль/кг Н<sub>2</sub>O) с вязкостью 5,8 мПаск•с вызывает снижение скорости движения эритроцитов в капиллярах на 60,8% (с 0,44 до 0,17 мм/с), а мономерного йопен-

тола (150 мг йода/мл; осмоляльность 340 мОсмоль/кг Н<sub>2</sub>O – она даже выше, чем у йодиксанола) с вязкостью 1,7 мПаск•с не влияет на скорость движения эритроцитов [12].

2. Неионные димеры обладают повышенной вязкостью, обуславливающей увеличение первичной мочи и гидростатического давления в почечных канальцах и снижение скорости клубочковой фильтрации [13, 14]. Кроме того, неионные димеры, по сравнению с мономерами, гораздо сильнее вызывают сужение сосудов, индуцируя деполаризацию мембран гладкомышечных клеток [15]. Следует подчеркнуть, что димерные РКС, по сравнению с мономерными, сильнее снижают микроциркуляцию в мозговом слое почек, что ведет к гипоксии, а также вызывают вакуолизацию в клетках проксимальных канальцев почек у экспериментальных животных. Это не кажется удивительным, так как степень снижения кровотока в перфузируемой почке крыс под влиянием РКС не зависит от их осмоляльности: йопромид и диатризоат в этом отношении заметно менее активны, чем йоталамат и йогексол соответственно [16].

DeGay G. и соавт. [17] показали, что изоосмолярный йодиксанол сильнее, чем низкоосмолярный йоксаглат снижает кровоток в почках у собак в норме (на 51 и 19% соответственно), а при экспериментальной ишемии, вызванной механической остановкой тока крови в правой почечной артерии, данный эффект йодиксанола немного увеличился, а йоксаглата не изменился. У крыс йодиксанол, по сравнению с неионным мономером йобитридом, сильнее снижал кровоток в почках (на 33 и 20% соответственно). Продолжая исследования в этом направлении, Lancelot E. и соавт. [18] показали, что при введении йодиксанола и йоксаглата в одинаковой концентрации 320 мг йода/мл в почечную артерию собаки происходит снижение медуллярного кровотока (на 38 и 35 % соответственно) и величины парциального давления кислорода  $pO_2$  в мозговом слое почек (на 37 и 25% соответственно). Снова эти данные указывают на то, что более вязкий йодиксанол в большей степени снижает кровоток и насыщение тканей кислородом. При этом ишемия и гипоксия были более продолжительными при использовании йодиксанола.

3. Существует прямо пропорциональная зависимость между способностью РКС нарушать целостность барьера кровь/ткань и их вязкостью [16].

4. Влияние РКС на эритроциты зависит не только от их осмоляльности, но и от их способности непосредственно влиять на мембранные каналы, ответственные за транспорт  $Na^+$ ,  $K^+$  и  $Cl^-$ . При этом йоксаглат, йогексол и йодиксанол вызывают более сильную деформацию (сморщивание) эритроцитов, чем контрольные растворы с соответствующей осмоляльностью [19]. В случае йодиксанола наблюдаемая деформация была самой длительной (220 мин) [20].

При достижении болюса контрастного средства капиллярной сети в случае его гиперосмотич-

ности вода выходит из внесосудистого пространства, что снижает вязкость внутри сосудов и скорость кровотока быстро восстанавливается. В то же время, если раствор РКС изоосмотичен вода не поступает в сосуд и кровоток остается замедленным, что имеет следующие негативные последствия:

- Удлинение периода ишемии в ткани, где проходит болюс РКС.
- Увеличение продолжительности контакта молекулы РКС с сосудистой стенкой и, следовательно, повышение его потенциального токсического действия на клетки эндотелия капилляров [21].

Многочисленные данные, свидетельствующие об ухудшении микроциркуляции при использовании изоосмолярных димерных неионных РКС, указывают на то, что этот класс РКС нельзя считать безопаснее, чем низкоосмолярные препараты (мономерные неионные или димерные ионные) [16, 22].

Действительно, описаны случаи острой нефропатии после введения йодиксанола, в том числе заканчивающиеся летальным исходом [23]. При этом нельзя считать все неионные мономерные РКС одинаковыми. Они имеют различные физико-химические свойства, и отличия по вязкости могут быть причиной того, что, например, йогексол статистически достоверно сильнее вызывает морфологические изменения в почках, чем менее вязкий йопромид [24, 25].

После тщательного анализа последних полученных данных 1 декабря 2009 года Американское кардиологическое общество опубликовало обновленные «Рекомендации по проведению чрескожных вмешательств», где утверждается, что «...обновленная доказательная база свидетельствует, что при проведении коронарной ангиографии выбор контрастных средств может включать как изоосмолярные, так и низкоосмолярные препараты (йопамидол, йопромид, йо-

версол), за исключением йоксаглата или йогексола» [2].

Таким образом, экспериментальные данные и корректные клинические исследования свидетельствуют о том, что для снижения риска развития нефропатии при проведении рентгеноконтрастных исследований с помощью ангиографических РКС следует использовать неионные мономерные препараты и принимать меры по поддержанию достаточного уровня гидратированности пациента. При выборе РКС можно рекомендовать мономерное неионное РКС Ультравист, которое хорошо зарекомендовало себя во всем мире (сейчас применяется в 75 странах) и у нас в стране в качестве препарата, имеющего оптимальные сочетания безопасности, диагностической эффективности и стоимости. Тем не менее, важно помнить, что при существовании патологии почек использование любого РКС может ухудшить состояние больного. В настоящее время есть все основания рекомендовать у больных с риском развития нефропатии, которым необходимо вводить РКС, в профилактических целях проводить гидратацию солевыми растворами, на время исследования прекращать вводить лекарственные средства, включая диуретики, с потенциальной нефротоксичностью и использовать как можно меньшие дозы и концентрации РКС. Для предотвращения падения почечного кровотока в целях профилактики можно вводить препараты ацетилцистеина, теофиллина, аскорбиновую кислоту, статины и антагонисты ангиотензиновых рецепторов.

Вопросы безопасности использования РКС очень важны для детской практики, так как у детей, особенно младшего возраста, уменьшена выделительная способность почек. При использовании Ультрависта (средняя доза болюсно вводимого Ультрависта 370 – 3 мл/кг) при выполнении ангиографических исследований по поводу различной

патологии (сосудистые мальформации, пороки развития легких, печени, почек и конечностей) у всех больных обычно достигается четкая визуализация сосудов интересующей зоны при отсутствии побочных реакций. Результаты изучения влияния Ультрависта на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ЭКГ, поликардиография, периферическая реовазография), а также на осмоляльность крови, ее реологические показатели (агрегация эритроцитов, ригидность их мембран, кессоновская вязкость) и биохимические параметры, характеризующие функцию печени и почек, свидетельствуют о значительных преимуществах Ультрависта в аспекте снижения риска проведения искусственного контрастирования [2]. Использование Ультрависта по сравнению с ионными РКС уменьшает чувство дискомфорта у детей, снижает величину их произвольных движений, способствующих возникновению артефактов, и улучшает визуализацию анатомических структур. Эти данные подтверждены японскими исследователями, которые представили результаты определения показателей гемодинамики и биохимических параметров крови у 78 детей при проведении у них ангиографии с помощью йопромиды 370 [26]. Заметного влияния йопромиды на силу и частоту сердечных сокращений, активности в крови ферментов (лактатдегидрогеназа различные аминотрансферазы), уровень гематокрита, гемоглобина, билирубина, холестерина, триглицеридов, натрия, калия, хлора, количество тромбоцитов, эритроцитов, лейкоцитов обнаружено не было. Кроме того, не было выявлено способности йопромиды вызывать отсроченные побочные реакции. В другом исследовании [27] функцию почек определяли у детей, которым вводили йопромид с целью ангиографии. Изменения параметров функции почек и активности ферментов в моче были незначительными.

Авторы сделали вывод о том, что Ультравист в максимальной дозе 5 мл/кг не вызывает поражения канальцевого эпителия почек у детей. Установлена безопасность йопромиды и в отношении цитовидной железы. J Dembinski и соавт. [28] не выявили у детей через 4–45 дней после введения Ультрависта 300 (0,3–1,0 мл/кг массы тела) гипертиреоза или гипертиреотропинемии. Следовательно, Ультравист имеет преимущество по сравнению с другими контрастными средствами в отношении влияния на функцию цитовидной железы.

Основываясь на опыте применения Ультрависта в Республиканской детской клинической больнице у более чем 6000 пациентов детского возраста (от 2 недель до 15 лет) и данных литературы можно утверждать, что контрастирование с помощью Ультрависта следует считать надежным, высокоэффективным и безопасным методом визуализации сердечно-сосудистой патологии, мальформаций, опухолей, пороков развития и других заболеваний [2]. Кроме того, использование Ультрависта позволяет с успехом проводить рентгеноэндоваскулярные вмешательства, помогая решать многие клинические проблемы, связанные с патологией внутренних органов. В детской практике использование Ультрависта дает важные преимущества, заключающиеся в наибольшей контрастирующей способности (благодаря высокой водорастворимости у Ультрависта среди неионных РКС, применяемых в России, имеется самая высокая концентрация йода – 370 мг/мл) в сочетании с удобством введения (благодаря низкой вязкости) и превосходной местной и общей толерантности, обусловленной пренебрежимо слабым взаимодействием молекулы йопромиды с биологическими структурами и низкой осмоляльностью.

Вследствие более низкой осмоляльности йопромид имеет преимущества при сравнении

с йогексолом, йоверсолом и йобитриолом (меньше болевых ощущений при периферической артериографии). Более низкая, чем у других РКС, вязкость уменьшает риск повреждения эндотелия сосудов, а также позволяет легче осуществлять ручную инъекцию с использованием менее травмирующих игл меньшего диаметра [2].

Ощущения боли и жара при проведении церебральной и периферической ангиографии возникают реже и их интенсивность меньше при использовании йопромиды, чем йогексола. Эти отличия статистически достоверны [2]. В клинических исследованиях в США было показано, что при проведении церебральной артериографии йопромид вызывает значительно меньше побочных реакций, чем йогексол [29].

Согласно результатам сравнительного рандомизированного клинического исследования при проведении контрастной компьютерной томографии йопромид вызывал развитие умеренных побочных реакций у 2,5% больных, а йогексол – у 15%, что указывает на лучшую переносимость йопромиды [29].

Подтверждением превосходной переносимости Ультрависта могут служить недавно опубликованные данные постмаркетингового исследования Ультрависта, в котором приняло участие 74 717 пациентов. Общее число побочных реакций с показателями толерантности составило 2,00%, без показателей толерантности 1,50% [30], а также данные большого городского исследования с участием 29 508 пациентов, в котором общее число побочных реакций составило всего 0,70% [31]. Ни в одном случае летальных исходов не было. Авторы делают вывод о том, Ультравист имеет превосходный профиль безопасности и может быть использован при проведении внутривенной КТ в качестве универсального контрастного средства.

### **Меры профилактики развития побочных реакций при введении РКС**

Легкие острые внепочечные побочные реакции после введения РКС обычно проходят сами по себе бесследно и не требуют специального лечения. В то же время умеренные и особенно тяжелые побочные реакции требуют проведения специальных лечебных, а иногда и реанимационных мероприятий. Поэтому так важны меры профилактики развития таких реакций у всех больных и, в первую очередь, у больных с факторами риска, так как наличие в анамнезе больных перенесенных каких-либо аллергических реакций повышает риск развития побочных реакций на контрастное средство – в 3 раза, перенесенных ранее побочных реакций на контрастное средство – в 5 раз, наличие бронхиальной астмы – в 6–10 раз [32].

По сравнению с хемотоксическими реакциями иначе проявляют себя atopические реакции РКС, имеющие алергоподобную или анафилактоидную природу [2, 33, 34]. Острые алергоподобные реакции, индуцируемые РКС, обычно не являются истинными алергическими. Они часто развиваются при первом контакте с препаратом. В связи с этим выявить повышенную чувствительность к какому-либо рентгеноконтрастному средству с помощью иммунологических методов нельзя, и поэтому большое значение приобретают профилактические мероприятия, снижающие риск анафилактоидных реакций, вызванных рентгеноконтрастными средствами. Поскольку тяжелые осложнения в виде расстройства сердечно-сосудистой деятельности, дыхания и шока имеют в своей основе анафилаксию, перед исследованием больного необходимо тщательно собрать анамнез, выясняя не только алергические реакции в прошлом, но и непереносимость лекарственных препаратов (антибиотики, хи-

миопрепараты, контрастное вещество). При наличии в прошлом алергических реакций необходимо до исследования провести соответствующую терапию.

Профилактика особенно важна у больных с лекарственной алергией в анамнезе. У них риск лекарственной алергии зависит от характера предшествующей реакции на препарат и времени, прошедшего с момента ее возникновения.

Наличие в анамнезе алергии или повышенной чувствительности само по себе не может служить противопоказанием к использованию контрастных средств в тех случаях, когда рентгенодиагностика является необходимой, однако при этом должны быть приняты меры предосторожности. Следует рассмотреть возможность премедикации с использованием антигистаминных препаратов или глюкокортикостероидов для сведения к минимуму возможных алергических реакций у таких больных. Недавно проведенные исследования показали, что такая премедикация не предотвращает развитие серьезных жизнеугрожающих реакций, однако может снизить их частоту и выраженность.

Сообщалось о наступлении острой почечной недостаточности у больных сахарным диабетом, диабетической нефропатией и у восприимчивых пациентов (часто это пожилые больные с сопутствующей патологией почек) после проведения экскреторной урографии [2]. Таким образом, у этих больных тщательная оценка потенциального риска должна проводиться до проведения рентгенологической процедуры. У больных после пересадки почки сразу после оперативного вмешательства экскреторная урография должна применяться с осторожностью.

Вследствие временного повышения осмотической нагрузки, препараты для урографии должны использоваться с осторожно-

стью у больных с застойной сердечной недостаточностью. Такие больные должны наблюдаться в течение нескольких часов после проведения процедуры для выявления отсроченных гемодинамических нарушений. Судорожная активность на ЭЭГ является редким явлением (около 0.01%) при внутривенном введении ионных контрастных средств. Тем не менее, при использовании больших доз при компьютерной томографии у больных с метастазами в головной мозг частота этого явления может быть выше (от 1% до 10%). У таких больных предлагается профилактическое использование небольших парентеральных доз диазепама непосредственно перед введением контраста в тех случаях, когда для компьютерной томографии используются повышенные дозы контраста.

Для профилактики общих реакций РКС лучше всего вводить метилпреднизолон (32 мг) за 6–12 и 2 часа до введения РКС или его комбинацию с гистаминовыми H1- и H2-блокаторами (в качестве которых используют дифенгидрамин, циметидин или ранитидин) [2]. Следует ожидать, что такая премедикация будет снижать не только выраженность анафилактоидных реакций, но и других побочных эффектов со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, почек. У пациентов с факторами риска развития алергических реакций профилактическое введение H1- и H2-блокаторов значительно уменьшает частоту побочных эффектов даже после введения неионных РКС, а у пациентов без этих факторов риска такая профилактика не имеет значения [2]. Анафилактоидные реакции на рентгеноконтрастные средства могут возникать даже после премедикации кортикостероидами и H1-блокаторами, поэтому при высоком риске осложнений исследование следует проводить под наблюдением врача, имеющего опыт лечения анафилактоидных реакций.

При сердечно-сосудистых нарушениях, эпилептических приступах, острой почечной недостаточности проводят симптоматическое лечение. Внезапное снижение артериального давления в сочетании с резким побледнением кожных покровов и малым, слабым пульсом необходимо расценивать как сердечно-сосудистую недостаточность и срочно провести лечебные мероприятия.

В рентгеновском кабинете постоянно должны находиться следующие инструменты и аппаратура: роторасширитель и языкодержатель, ларингоскоп, эндотрахеальные трубки, трубки для интубации через нос, воздуховод, желудочные зонды, наркозный аппарат и маски, отсос, набор для трахеостомии, стерильный шовный и перевязочный материал, стерильные шприцы и системы для переливания, электрокардиограф, дефибриллятор, кислород.

В набор необходимых медикаментов входят: стерильные растворы глюкозы (5%; 20%; 40%), изотонический раствор хлорида натрия, адреналин, нор-адреналин, строфантин, эуфиллин, эфедрин, растворы хлорида кальция и глюконата кальция, пипольфен, супрастин, димедрол, кофеин, гидрокортизон, преднизолон или метилпреднизолон.

Профилактике осложнений и их скорейшей ликвидации способствует методика выполнения рентгеноконтрастного исследования, которая предусматривает наличие постоянного венозного доступа. Необходимо помнить о более тщательном и длительном наблюдении за пациентами группы риска после введения им РКС. При этом пациенты, имеющие более высокую степень риска развития побочных реакций должны находиться под наблюдением врача более длительный период. Соблюдение всех мер предосторожности, создание благоприятной психологической атмосферы и, самое главное, ис-

пользование, современных высококачественных неионных мономерных РКС, обеспечивают наилучшие условия проведения рентгеноконтрастного исследования с наименьшим риском для больного.

### **Ценность предварительной пробы на индивидуальную переносимость контрастного вещества**

Относительно большой процент побочных реакций и осложнений, наблюдаемых при использовании рентгеноконтрастных препаратов, заставляет изыскивать меры, позволяющие определить индивидуальную чувствительность к ним. С этой целью был предложен ряд предварительных проб на переносимость большими контрастного вещества: конъюнктивальная, подъязычная, кожная, внутрикожная, внутримышечная и внутривенная. Наиболее была распространена внутривенная проба с введением 1 мл контрастного вещества (тест-ампула). Положительной проба считалась при появлении зуда кожи, тошноты, рвоты, уртикарной или петехиальной сыпи, отека лица, кашля, цианоза, сердцебиения, одышки. Однако существуют противоположные точки зрения на ее ценность и целесообразность. Имеются сообщения даже о летальных исходах после введения пробной дозы [2]. G. Liess и H. Leyda [35] на основании анализа 4000 исследований сделали вывод, что при внутривенной пробе ошибки наблюдаются в 50% случаев. Установив незначительную показательность предварительных тестов, опасность ложноотрицательной и ложноположительной оценки и в особенности угрозу немедленной реакции вследствие сенсibilизации больного, специалисты пришли к заключению, что в интересах больного следует отказаться от всех предварительных тестов.

Наличие большого числа предварительных проб, неясность этиологии осложнений и воз-

никновение их в результате введения пробной дозы заставляют сомневаться в диагностической значимости предварительных проб и целесообразности их применения.

На I конгрессе Европейского общества радиологов была принята следующая резолюция: «До настоящего времени не имеется клинических или лабораторных проб (тестов), которые позволили бы предвидеть смертельные или тяжелые осложнения или даже установить противопоказания к этим методам» (Fortschritte auf dem Gebiete der Rontgenstrahlen und der Muklearmedizin, 1968; Bd 108, s. 126). Это дало основание фирмам, выпускающим контрастные вещества, отказаться от изготовления тест-ампул. В 1969 г. на Международном конгрессе радиологов создан Комитет рентгеноконтрастных средств, члены которого отрицают диагностическую ценность внутрикожных и подкожных проб на чувствительность к рентгеноконтрастным веществам, так как побочные реакции возникают в основном после введения полной дозы препарата.

Таким образом, данные литературы показывают, что предварительная проба на чувствительность к йоду не позволяет с абсолютной достоверностью судить о переносимости больным рентгеноконтрастных препаратов и предсказать возникновение побочных реакций и осложнений.

Несмотря на то, что сама проба на переносимость может привести к осложнению, все же риск применения небольшого количества контрастного вещества следует считать меньшим, чем при введении полной дозы. Поэтому ряд авторов в начале исследования вводят 1 мл контрастного вещества, выжидают 30–60 с и при отсутствии побочных реакций или их предвестников вводят остальное количество. При возникновении малейшего подозрения на непереносимость препарата следует немедленно прекратить введение РКС и при

необходимости начать проведение экстренных лечебных мероприятий.

### Заключение

Современные неионные РКС относятся к одним из самых безопасных лекарственных средств, которые в большинстве случаев переносятся хорошо или отлично, но иногда, особенно при наличии факторов риска (предшествующие аллергические реакции на РКС или другие лекарственные препараты, бронхиальная астма, заболевания сердца, наличие онкопатологии, гиповолемия, почечная недостаточность, сахарный диабет, аутоиммунные заболевания) могут вызывать побочные реакции. Поэтому при получении требуемой диагностической информации с помощью РКС наивысшим приоритетом остается безопасность для пациента. Основываясь на многолетнем опыте и обширных экспериментальных и клинических исследованиях можно сделать вывод, что с точки зрения безопасности в настоящее время наилучшие гарантии дают мономерные неионные РКС. Среди этих препаратов особое место занимает йопромид как препарат с наиболее оптимальным сочетанием физико-химических свойств. Для рентгенологов он имеет преимущества еще и потому, что является единственным доступным в России РКС с максимальной концентрацией йода – 370 мг/мл, позволяющей получить изображения наилучшего качества. Это особенно важно при проведении ангиокардиографии и интервенционных вмешательств. В будущем по мере увеличения числа пожилых больных с сахарным диабетом и другими факторами риска, нуждающихся в данных процедурах, следует ожидать повышение роли правильного выбора РКС для повышения безопасности диагностики и лечения с помощью современных высокотехнологических методов с искусственным контрастированием.

### Литература

1. *Esur Руководство по контрастным средствам Европейского общества урогенитальной радиологии. Версия 7, 2008 г.*
2. Поляев Ю.А., Юдин А.Л., Шимановский Н.Л. *Применение контрастных средств в лучевой диагностике.* – М.: Калганов, 2010. – 432 с.
3. Кармазановский Г.Г., Шимановский Н.Л. *Отсроченные побочные реакции на йодированные контрастные средства при их внутрисосудистом введении: механизмы развития и клиническое значение // Мед. визуализация.* – 2008. – №1. – С. 128–134.
4. Persson P.B., Hansell P., Liss P. *Pathophysiology of contrast medium-induced nephropathy // Kidney Int.* – 2005. – Vol. 68. – P. 14–22.
5. *Frequency of serum creatinine changes in the absence of iodinated contrast material: implications for studies of contrast nephrotoxicity / J.H. Newhouse, D. Kho, Q.A. Rao et al. // Am. J. Roentgenol.* – 2008. – Vol. 191. – P. 376–382.
6. Baumgarten D.A., Ellis J.H. *Contrast-induced nephropathy: contrast material not required? // Am. J. Roentgenol.* – 2008. – Vol. 191. – P. 383–386.
7. *A prospective, double-blind, randomized, controlled trial on the efficacy and cardiorenal safety of iodixanol vs. iopromide in patients with chronic kidney disease undergoing coronary angiography with or without percutaneous coronary intervention / B. Nie, W.J. Cheng, Y.F. Li et al. // Catheter Cardiovasc. Interv.* – 2008. – Vol. 72. – P. 958–965.
8. *Renal failure in 57,925 patients undergoing coronary procedures using iso-osmolar or low-osmolar contrast media / P. Liss, P.B. Persson, P. Hansell et al. // Kidney Int.* – 2006. – Vol. 70. – P. 1811–1817.
9. *The impact of the viscosity and osmolality of iodine contrast agents on renal elimination / G. Jost, H. Pietsch, P. Lengsfeld et al. // Invest. Radiol.* – 2010. – Vol. 45. – P. 255–261.
10. *Proximal tubule cell response to radiographic contrast media / K. Hardiek., R.E. Katholi, V. Ramcumar, C. Deitrick // Am. J. Physiol. Renal Physiol.* – 2001. – Vol. 280. – P. F61–F70.
11. Rees J.A., Old S.L., Rowlands P.C. *An ultrastructural histochemistry and light microscopy study of the early development of renal proximal tubular vacuolation after a single administration of the contrast enhancement medium "Iotrolan." // Toxicol. Pathol.* – 1997. – Vol. 25. – P. 158–164.
12. *Influence of iodixanol-270 and iopentol-150 on the microcirculation: influence of viscosity on capillary perfusion / S. Spitzer, W. Munster, R. Sternitzky et al. // Clin. Hemorheol. Microcirculation.* – 1999. – Vol. 20. – P. 49–55.
13. *Urine viscosity after injections of iotrolan or iomeprol / J. Ueda, T. Furukawa, K. Higashino et al. // Acta Radiol.* – 1997. – Vol. 38. – P. 1079–1082.
14. *Massive increase in urine viscosity by iso-osmolar contrast media in the rat / A. Seeliger, K. Becker, T. Ladewig et al. // Paper presented at: Contrast Media Research-CMR 2009.* – Copenhagen, Denmark., 2009.
15. *Effects of non-ionic monomeric and dimeric iodinated contrast media on renal and systemic haemodynamics in rats / J. M. Idee, E. Lancelot, C. Berthommier et al. // Fundam. Clin. Pharmacol.* – 2000. – Vol. 14. – P. 11–18.
16. Амосов В.И., Шимановский Н.Л. *Зависимость гемодинамических эффектов рентгеноконтрастных средств от их вязкости и осмоляльности // Ангиология и сосудистая хирургия.* – 2004. – Т. 10. – № 46. – С. 42–48.
17. *Renal effects and isoosmolar contrast media on renal hemodynamic in normal and ischemic*

- dog kidney / G. Deray, C. Bag-nis, C. Jacquiaud et al. // *Invest. Radiol.* – 1999. – Vol. 34. – P. 1–6.
18. Effects of tow iodinated contrast media on renal medullary blood perfusion and oxygenation in dogs / E. Lancelot, J.-M. Idee, C. Laclede et al. // *Invest. Radiol.* – 2002. – Vol. 37. – P. 368–375.
19. Galtung H.K., Sorlundsengen V., Kjell S. Effect of Radiologic Contrast media on cell volume regulatory mechanism in human red blood cells // *Acad. Radiol.* – 2002. – Vol. 9. – P. 878–885.
20. Haemodynamic effect of iodinated high-viscosity contrast medium in the rat kidney: a diffusion-weight MRI feasibility study / J.P. Laissy, D. Mene-gazzo, E. Dumont et al. // *Invest. Radiol.* – 2000. – Vol. 35. – P. 647–652
21. Viscosity of contrast media perturbs renal hemodynamics / E. Seeliger, B. Flemming, T. Wronski et al. // *J. Am. Soc. Nephrol.* – 2007. – Vol. 18. – P. 2912–2920.
22. Srodon P., Matson M., Ham R. Contrast nephropathy limb angiography // *Ann. R. Coll. Surg. Engl.* – 2003. – Vol. 85. – P. 187–191.
23. Speck U., Press W.R., Muetzel W. Albuminuria following renal arteriography with various ionic and nonionic contrast agents // V. Taenzer, E. Zeitler. *Contrast media in urography, angiography and computed tomography* – Stuttgart; New York : Tieme Verlag, 1983. – P. 25–29.
24. Cytotoxic effects of ionic high-osmolar, nonionic monomeric, and nonionic iso-osmolar dimeric iodinated contrast media on renal tubular cells in vitro / M.C. Heinrich, M.K. Kuhlmann, A. Grgic et al. // *Radiology.* – 2005. – Vol. 235. – P. 843–849.
25. Use of non-ionic contrast medium, iopromide (Proscope 370), in pediatric cardiovascular angiography / M. Misawa, Y. Sato, M. Hara et al. // *Nihon Shoni Hoshasen Gakkai Zasshi.* – 2000. – Vol. 2. – P. 42–48.
26. Urinary enzyme changes in children undergoing cineangiographic evaluation using iopromid / S. Kavukçu, V. Tavli, M. Fadilolu et al. // *Int. Urol. Nephrol.* – 1995. – Vol. 27. – P. 131–135.
27. Thyroid function in very low birth weight infants after intravenous administration of the iodinated contrast media iopromide / J. Dembinski, V. Arpe, M. Kröll et al. // *Arch. Dis. Child Fetal neonatal Ed.* – 2000. – Vol. 82. – P. 215–217.
28. A comparison of iopromide with iopamidol and iohexol for contrast-enhanced computed tomography / S.N. Goldberg, J. Abrahams, B.P. Drayer et al. // *Invest. Radiol.* – 1994. – Vol. 29, Suppl 1. – P. S76–S83.
29. Prevalence of acute reactions to iopromide: postmarketing surveillance of 74,717 patients / A.F. Kopp, J.K. Mortelet, Y.D. Cho et al. // *Acta Radiol.* – 2008. – Vol. 49, N 8. – P. 902–911.
30. Universal use of nonionic iodinated contrast medium for CT: evaluation of safety in a large urban teaching hospital / K.J. Mortelé, M.R. Oliva, S. Ondategui, et al. // *Am. J. Roentgenol.* – 2005. – Vol. 184, № 1. – P. 31–34.
31. Katayama H, Yamaguchi K, Kozuka T, et al. Adverse reactions to ionic and nonionic contrast media. A report from the Japanese Committee on the Safety of Contrast Media // *Radiology.* – 1990. – Vol. 175. – P. 621–628.
32. Lieberman P. Anaphylactoid reactions to radiocontrast material I // *Immunol. Allergy Clin. North Am.* – 1992. – Vol. 12. – P. 649–670.
33. Thomsen H.S., Morcos S.K. Management of acute adverse reactions to contrast media // *Eur. Radiol.* – 2004. – Vol. 14. – P. 476–481.
34. Liess G, Leyda H. Contrast media side-effects and hypersensitivity manifestations // *Radiol. Diagn.* – 1963. – Vol. 51. – P. 409–419.

Поступила 28.09.2010

## **Цифровые технологии при работе с медицинскими изображениями**

**Гаврилов А. В., Архипов И. В., Куликов И. В., Ятченко А. М.**

*НИИ ядерной физики МГУ им. М. В. Ломоносова*

## **Digital technologies while working with medical images**

**Gavrilov A. V., Arkhipov I. V., Kulikov I. V., Yatchenko A. M.**

*Medical Computer Systems Laboratory, Research Institute of Nuclear Physics, M.V. Lomonosov Moscow State University*

Повышение качества диагностики было и остается первоочередной задачей медицины и во многом определяет результат лечения. На современном этапе более 70% объективной диагностической информации врач получает при использовании медицинских изображений. Поэтому все большее применение находят такие источники изображений как компьютерные рентгеновские, магнитно-резонансные, позитронно-эмиссионные и однофотонные эмиссионные томографы, приборы радиоизотопной диагностики, ультразвуковые диагностические приборы, рентгеновские аппараты и ангиографические приборы, эндоскопы, микроскопы, построенные на разных принципах получения изображений. Эти приборы позволяют получать высококачественную цифровую информацию об исследуемых органах и структурах тела человека. Регистрация получаемых данных, их обработка и архивирование позволяют создавать базы данных по различным заболеваниям, проследить динамику результатов лечения, анализировать клинические случаи и проводить консультации специалистов в режиме «реального» времени. Обеспе-

чение современными компьютерными средствами просмотра и анализа двумерных (2D), трехмерных (3D) и динамических трехмерных (3D+T) изображений, получаемых от разных приборов и снабженных необходимой числовой информацией других объективных методов исследований (функциональная диагностика, лабораторные исследования) открывает новые возможности диагностики.

В современном медучреждении медперсоналу приходится принимать решения по диагностике и лечению больных во все возрастающих объемах данных. Развитие медицинской аппаратуры, позволяющей получать диагностические изображения в цифровом виде, а также стремительное развитие средств вычислительной техники, математических методов и информационных технологий приводит на помощь врачам-диагностам в автоматизации их работы, анализе информации, повышении качества и оперативности лечебно-диагностического процесса.

В мире уже сложилась определенное понимание важности правильной организации работы с медицинскими изображениями. Созданы и продолжают раз-

виваться и совершенствоваться информационные системы, обеспечивающие регистрацию с выходов приборов лучевой диагностики радиологических изображений и их архивирование. Такие системы позволяют оперативно производить обработку, анализ изображений и документирование результатов обследований. Это так называемые PACS/RIS (Picture Archiving and Communication System / Radiology Information System) системы и входящие в их состав рабочие станции, которые обеспечивают работу всех сотрудников службы лучевой диагностики медицинских учреждений в целом и/или отдельных кабинетов и подразделений при профилактических и диагностических обследованиях, проведении углубленных и научных исследований, планировании хирургических вмешательств и пр. (рис. 1).

PACS/RIS применяются для автоматизации работы медперсонала при:

– рентгеновских, флюорографических, маммографических исследований,

– ангиографических диагностических исследованиях и во время проведения операционных вмешательств,

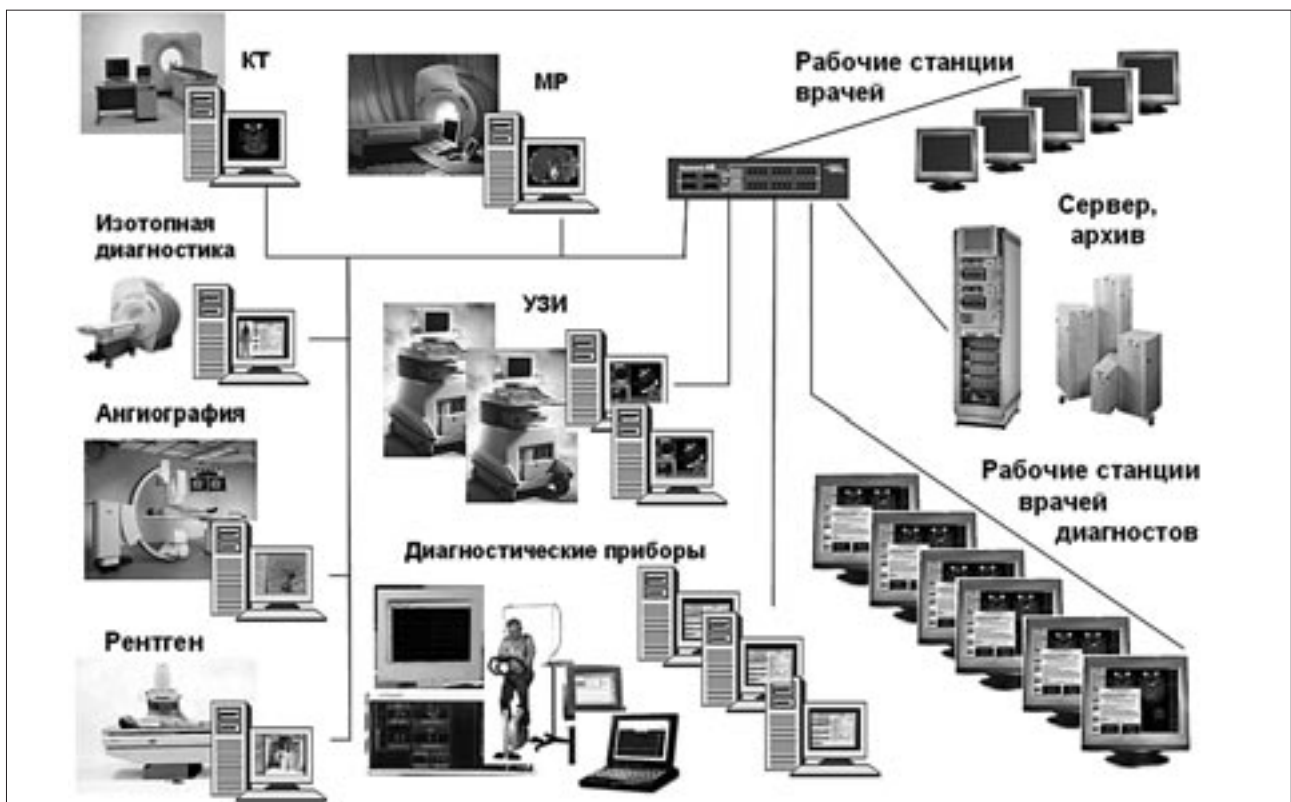


Рис. 1. PACS/RIS в современной клинике.

- компьютерной и магнитно-резонансной томографии,
- ультразвуковых и эндоскопических исследований,
- радиоизотопных исследованиях,
- микроскопических исследованиях.

PACS/RIS являются специализированными информационными системами, которые на основе вычислительной сети, сервера базы данных и средств архивирования, объединяют в единую систему все регистрирующие изображения приборы, имеющиеся в медучреждении, оборудование для документирования результатов обследований, рабочие станции, предназначенные для работы с изображениями, ввода и последующего доступа к диагностической радиологической информации с рабочих мест сотрудников службы лучевой диагностики, лечащих врачей и хирургов. PACS/RIS обеспечивает работу регистратуры службы лучевой диагностики, работу руководителя, врачей - лучевых диагностов, обеспечива-

ет возможность просмотра медицинских изображений лечащими врачами.

**Первой задачей** PACS/RIS является ввод, получаемых в процессе обследований пациентов медицинских изображений. Имеющиеся в медучреждениях приборы обеспечивают следующие возможности по подключению в PACS/RIS:

1. Приборы, обменивающиеся информацией по стандарту DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) для обеспечения цифровой передачи данных.

2. Приборы, имеющие видеовыход (рентген, в режиме рентгенокопии, ультразвуковые диагностические приборы, эндоскопы, микроскопы). Для таких приборов оцифровка изображений производится с помощью видеопроцессоров, устанавливаемых в системные блоки рабочих станций.

3. Рентгеновские аппараты, не имеющие интерфейса для связи. Для их включения в PACS/RIS используют системы компьютер-

ной радиологии (Computer Radiography) – устройства считывания и оцифровки рентгенограмм экспонированных на фосфорные пластины.

**Вторая задача** – визуализация изображений на рабочих станциях врачей – лучевых диагностов. Для удобства работы с изображениями рабочие станции чаще всего комплектуются 2-мя мониторами – один для работы с изображениями, другой для работы с текстовой информацией и окном базы данных. Обычно это хорошие компьютерные мониторы. Однако все большее значение в поставках придается специальным рентгеновским мониторам, например фирм Varco, WIDE, NEC. Специализированные мониторы отличаются высоким разрешением (3-5 и более мегапикселей), высокой яркостью и контрастностью, 10 бит для представления пикселей изображения, широкий угол наблюдения –170°, возможность портретного или поперечного положения экрана.

**На рабочих станциях обеспечиваются следующие воз-**

**возможности по визуализации и по выполнению основных действий с изображениями:**

– представление изображений на экранах мониторов, в общепринятой для данной модальности форме (например, специальные раскладки изображений для рентгенографии, рентгеноскопии, маммографии, ангиографии, рентгеновской и магнитно-резонансной томографии) и развитыми средствами пользовательского интерфейса для работы с 2D/3D-изображениями;

– возможность видеть изображения, полученные при текущем исследовании пациента, сравнивать их с изображениями, полученными при ранее проведенных исследованиях, вызывая их из базы данных;

– одновременный многооконный просмотр на экранах мониторов изображений, полученных на разных диагностических приборах (модальностях), что позволяет учитывать при постановке диагноза разную по физической природе информацию;

– управление яркостью/контрастностью изображений;

– измерение геометрических и яркостных параметров изображений с учетом специальных характеристик свойственных различным модальностям (для изображений, полученных в стандарте DICOM – для КТ – плотность по шкале Хаунсфилда, параметры релаксации для МР-изображений и пр.);

– нанесение всевозможных меток, надписей и пр. для удобного описания изображений в текстовых протоколах;

– математическая обработка изображений (фильтрация: подавление шумов, контрастирование, выделение границ объектов, сложение и вычитание изображений и серий изображений, действия с маской (например, субтракция для ангиографии) и пр.);

– статистические измерения, включающие построение графиков профиля и гистограммы интенсивности, вычисления сред-

ней интенсивности, дисперсии и других характеристик в зонах интереса;

– измерение физиологических параметров, таких как перфузия тканей, степень стенозирования сосудов, параметров работы сердца при ангиографических и УЗ-эхокардиографических, КТ и МРТ исследованиях и т.п.;

– запись изображений и программы просмотра на CD/DVD диски.

**Третья задача** – архивирование изображений. Система хранения графической информации должна обеспечивать оперативный доступ ко всем данным, накопленным в течение жизни PACS/RIS. В настоящее время нет единого технического решения и оно зависит от финансовых возможностей медицинского учреждения. В систему обычно включаются оперативный архив на массивах накопителей на жестких дисках и автоматизированная библиотека DVD-дисков или лент.

Изображения в PACS/RIS обычно хранятся вне базы данных, на файловой системе, для обеспечения удобного и надежного резервного копирования больших объемов данных. После истечения заданного срока хранения изображений в исходном состоянии для перемещения данных в структуре иерархической системы хранения осуществляется автоматическая переупаковка изображений с большей степенью сжатия.

Для обеспечения надежного хранения информации в PACS/RIS должно производиться ежедневное резервное копирование базы данных и изображений. Наиболее часто для этого используют систему хранения на магнитных лентах (емкостью обычно до 400 Гб). Операции резервного копирования и восстановления выполняются системными средствами СУБД.

Важной характеристикой работы PACS/RIS является ее быстродействие при работе с базой

данных – время доступа к базе данных для записи/чтения изображений, включая время обновления изображений на экране. Так время загрузки на рабочую станцию изображений размером 1024\*1024\*16 бит с рентгеновского прибора или по сети из базы данных должно быть не более 3.5 с, время загрузки изображения размером 512\*512\*16 бит (например, изображения рентгеновского компьютерного томографа) должно быть не более 1 с.

PACS/RIS работают в медицинских учреждениях разного профиля и уровня от городских и ведомственных поликлиник и больниц до специализированных научно-исследовательских институтов и центров. Хотя основными целями внедрения PACS/RIS является повышение качества и снижение себестоимости обслуживания пациентов службой лучевой диагностики медучреждения, в то же время следует отметить существенно разные требования, предъявляемые медучреждениями к PACS/RIS. Медучреждения, работающие с потоками пациентов, в основном, заинтересованы в первую очередь в обеспечении высокой пропускной способности потоков пациентов на диагностическом оборудовании и необходимостью повышения производительности труда медицинского персонала. А это, в свою очередь, требует некоторого изменения принятой организации и технологии работы службы лучевой диагностики. Недостаточная адаптация PACS/RIS к работе медучреждения может снижать производительность труда на ~15–20%, т.к. заставляет врачей заниматься несвойственной им, излишней работой на компьютерах. Для научных же центров необходимо обеспечение углубленного, исследовательского подхода к оценке состояния больного, что требует разработки новых методов работы с изображениями и обеспечения работы с развитыми и структурированными протоколами обследований.

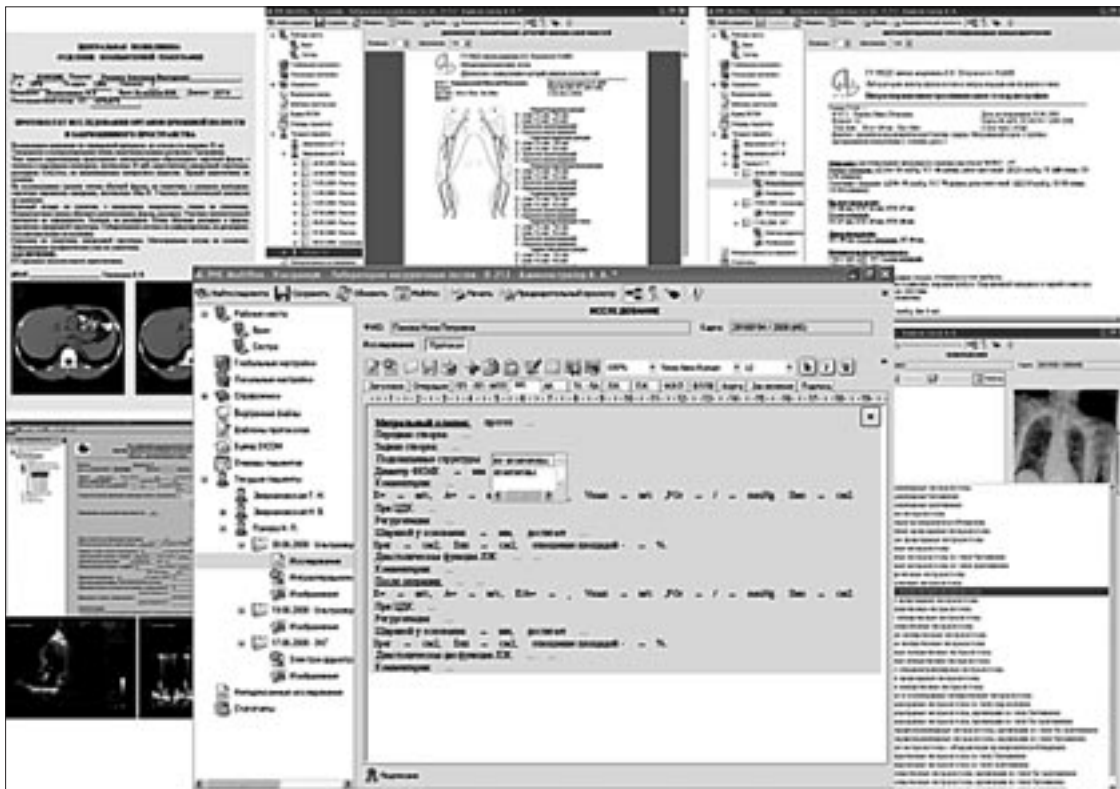


Рис. 2. Протоколы по диагностическим исследованиям.

Внедрение в практику работы PACS/RIS систем изменяет всю организацию и технологию проведения диагностических обследований. При автоматизации работы службы лучевой диагностики цифровые технологии обеспечивают:

1. Автоматизация планирования работы службы лучевой диагностики и регистрации пациентов (составление расписания работы врачей и приема пациентов, запись пациентов на обследование, заполнение направительной на обследование информации и пр.).

2. Автоматизация работы рентгенолаборантов в кабинетах при приеме пациентов и регистрации изображений.

3. Автоматизация работы врачей – специалистов по лучевой диагностике при обработке и анализе изображений, составлении протоколов по обследованиям, получении твердых копий на бумаге и на пленке, составлении отчетных документов (составлении описаний обследований с заполнением из справочников информации об области исследования, названии исследова-

ния в соответствии с модальностью, типа контраста, учета лучевой нагрузки на пациента, учета выполненных услуг, учета расходных материалов и т.д.). Для повышения удобства и оперативности работы в PACS/RIS встроены шаблоны протоколов по обследованиям в соответствии с видами исследований. Шаблоны обеспечивают возможность редактирования текста в процессе составления протокола и включение в текст необходимых изображений.

Несмотря на то, что PACS/RIS обеспечивает бесплечную технологию работы службы лучевой диагностики, при необходимости система позволяет полностью обеспечить процесс формирования и печати пленки на DICOM принтере.

4. Обеспечение лечащим врачам (урологам, нефрологам, хирургам и пр., кому по роду деятельности необходимо видеть изображения) оперативный доступ к диагностической информации, включая изображения непосредственно со своих рабочих станций.

5. Ведение архива результатов обследований, включая изображения и оперативный поиск в архиве данных пациентов по различным признакам (по демографическим данным пациентов, датам обследований, названиям диагнозов, и пр.).

6. Автоматизированное составление выходных документов, подготавливаемых в виде статистических отчетов (сведения об осложнениях, использовании контраста, верификации диагноза и пр.) и отчетов страховой медицины (выполненные услуги при обследовании пациента) за любой период работы службы лучевой диагностики.

7. Обеспечение информацией телеконсультаций и телеконференций врачей для передачи полномасштабных изображений.

В PACS/RIS обеспечивается возможность доступа к базе данных с рабочих станций, расположенных на большом расстоянии от медучреждения (через Интернет). Этим средством может воспользоваться, например, заведующий отделением, находящийся в командировке, и оказать



**Рис. 3.** Обработка изображений пирамидальным алгоритмом, комбинирующим разложение на частотные компоненты с последующей модуляцией их амплитуд, обеспечивает контрастирование деталей, снижение шума.

консультацию своим сотрудникам или просто проконтролировать качество их работы.

Для обеспечения настройки информационной среды по требованиям медицинского учреждения в PACS/RIS предусмотрены широкий спектр справочников, редактор справочников, дизайнер для составления шаблонов протоколов, редактор статистических отчетов по базе данных о работе отделения, редактор запросов к базе данных.

### **Обработка, анализ и мультимодальное представление изображений**

Возможности использования медицинских изображений для диагностики далеко не исчерпываются их визуальным анализом. Использование компьютерных методов, реализованных в рабочих станциях по обработке, анализу и визуализации медицинских изображений направлено на объективизацию исследований и помощь врачу-клиницисту в понимании исследуемых структур.

Работа в течение длительного времени с разными медучреждениями и коллективами врачей потребовала от нас создания целого комплекса методов обработки 2D- и 3D-изображений. Причем практика показала, что обработка изображений используется врачами как при обычной, рутинной работе, так и при проведении научных исследований.

Во многих клиниках, где наши рабочие станции работают при обслуживании потока пациентов, применяется обработка по контрастированию интересующих врача структур (деталей) на изображениях с помощью таблиц преобразования цвета (LUT'ов). Для удобства работы, чтобы не тратить время врачей на подбор и установку соответствующих преобразований изображения исследуемых областей тела пациента (например, легкие, пазухи носа, кости и пр.) разработаны соответствующие справочники, которые позволяют сразу выполнить требуемое преобразование яркости исходного изображения и обеспечить его более информативную визуализацию.

Для некоторых изображений обработка позволяет визуализировать некоторые детали, просматриваемые на исходном изображении весьма смутно. Для этого используют соответствующие алгоритмы фильтрации. На рис. 3 показан результат применения такого фильтра к изображению костной ткани, что обеспечивает более контрастное представление деталей, а также снижение шума на изображении, и в конечном итоге улучшает видимость тонких параметров ткани по всему изображению.

Для некоторых изображений обработка дает возможность визуализировать всю диагностическую информацию на одном изображении.

Так, например, для компьютерно-томографических изображений легких обеспечивается наложение изображений получаемых при разных таблицах перекодировки цвета, что дает возможность одновременно показывать структурные детали и узелковые утолщения легких.

Однако, как показала практика, к обработке изображений для последующей диагностики надо относиться очень осторожно, так как обработанное изображение теряет свой привычный вид.

В практику работы радиологов все больше входит использование 3D-изображений, позволяющих наглядно представлять сложные по форме анатомические образования, а также пространственное взаиморасположение исследуемых органов и структур с отображением количественной оценки их функциональных состояний. Построение 3D-изображений производится в памяти компьютера рабочей станции следующим образом. Зарегистрированная в процессе обследования серия пространственных изображений (срезов) какой-либо области тела пациента содержит геометрические координаты этих изображений, что позволяет интерполяционными методами построить (синтезировать) трехмерный массив данных (3D – серошкальное изображение). В настоящее время разработано достаточно большое количество методов псевдореалистичной визуализации этих изображений, позволяющих оперативно показывать особенности структур.

Следующим этапом обработки является сегментация 3D – серошкального изображения, которая состоит в выделении определенных областей по однородности каких-либо их характеристик и построения поверхностей этих областей. Для обеспечения наиболее наглядного представления сегментированных объектов (органов, структур, сосудов и пр.) и собственно серошкального 3D-массива на экране рабочей

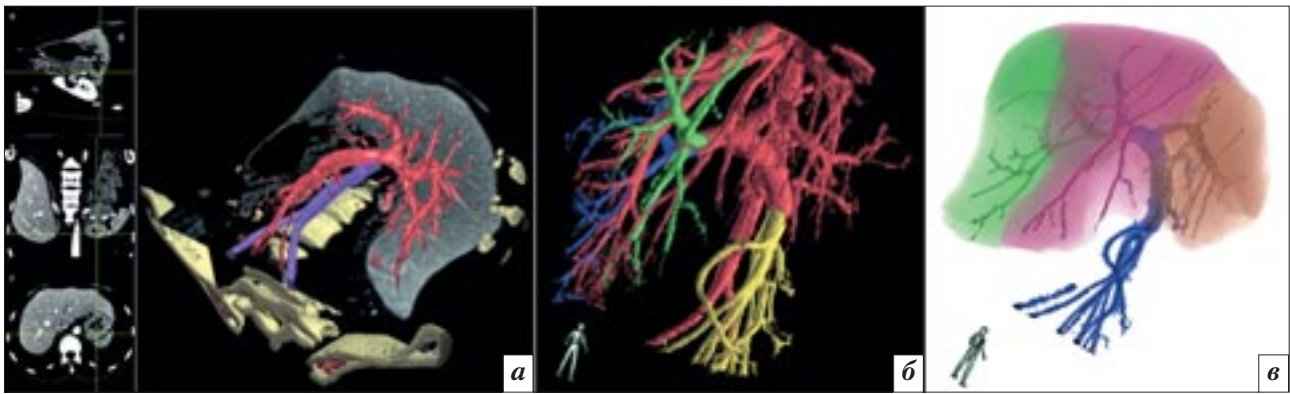


Рис. 4. Разметка бассейнов сосудов печени по 3D-компьютерно-томографическим изображениям.

станции используется широкий комплекс средств компьютерной графики. Такое сегментированное 3D-изображение по сути является анатомической моделью исследуемой области. Анатомическая модель позволяет представлять форму объектов интереса, их локализацию и пространственные взаимоотношения, выделенные нормальные и аномальные области. Указанные методы обработки и сегментации 3D-изображений позволяют объективизировать радиологические исследования и обеспечивают реалистичную визуализацию внутренних структур и органов человека. Обеспечение режима виртуальной реальности или «эндоскопического» перемещения по радиологическим изображениям полых органов позволяет «путешествовать» по исследуемым объемным структурам. Кроме получения наглядного представления, сегментация обеспечивает точное измерение объемов сложных по форме объектов. Данное представление уже понятно не только радиологам, но и врачам других специальностей.

С целью поддержки научных исследований по созданию новых методов диагностики и лечения, проводимых медицинскими учреждениями, где работает созданная нами PACS/RIS, нами постоянно разрабатываются и совершенствуются специализированные программные модули для обработки и анализа

2D/3D-изображений. Примерами таких работ проводимых нашим коллективом являются следующие разработки:

- измерение смещений и поворотов позвонков до и после операции коррекции при сколиозе по 3D КТ-сегментированным изображениям позвоночника;

- определение объемов полостей, образующихся в костной ткани позвонков для определения объема вводимого в полость через иглу жидкого костного цемента при операциях чрезкожной вертебропластики;

- исследование степени выраженности остеопороза на основе сегментации контуров трабекул по 3D МР-изображениям кости, построение 3D-массива сегментированных трабекул и вычисление объемов, занимаемые трабекулами и мозговым веществом;

- 3D-визуализация стенозирующего субстрата при облитерирующих поражениях артерий при внутрисосудистых УЗ-исследованиях и многие другие.

Одно из новых направлений по использованию современных информационных технологий, проводимое в РНЦХ РАМН – это работы по созданию метода виртуальной хирургии, т.е. определению на персонализированной компьютерной анатомической модели пациента областей паренхимы печени, снабжаемых определенными сосудами. На рис. 4 показан результат сегментации сосудистого дерева печени по 3D-серошкальному компьютерно-томографическому изображе-

нию. На рис. 4а представлен результат сегментации полного сосудистого дерева печени. На рис. 4б цветом выделены отдельные сосуды, входящие в состав сосудистого дерева и на рис. 4в показаны области паренхимы печени, закрашенные теми же цветами, что и омывающие их выделенные сосуды. Границы между областями показывают наименьшую плотность сосудов и являются местами преимущественного разреза во время операции.

Одно из новых направлений – обеспечение 2D/3D наложений изображений, полученных у одного пациента при исследованиях выполненных на разных по физическим методам регистрации изображений модальностях. Данный подход, например, совмещающая 3D компьютерно-томографические и 3D магнитно-резонансные изображения или 3D компьютерно-томографические и 3D-изображения, полученные на однофотонном эмиссионном томографе, позволяет совместно визуализировать анатомические и функциональные изображения.

Новые диагностические результаты дает применение рабочих станций для обработки динамических изображениями сердца, получаемых при ультразвуковых эхокардиографических исследованиях. Разработанный нами метод измерения движений тканей миокарда позволяет проследивать движения фрагментов сердечной мышцы, определять векторы смещений, скоростей и ускорений тканей и по ним

рассчитывать деформации тканей сердечной мышцы во время ее работы.

Следующей важнейшей задачей современной информационной системы для лучевой диагностики является обеспечение пользователей мощными средствами работы с базой данных, позволяющими производить оперативный, интеллектуальный поиск информации. Предметом поиска могут быть ответы на такие вопросы, как: показать все исследования данного больного, где встречается описание, например, перегородки сердца и митрального клапана, или требования найти больного, похожего на данного, т.е. больного, у которого какие-либо характеристики изображений близки по определенным критериям. Для решения такого рода задач требуется создание в памяти компьютера информационной семантической сети, узлами которой являются, например, анатомические сущности, которые имеют характеристики (атрибуты) их состояний. В сети устанавливаются взаимосвязи сущностей. Связи содержат такие отношения сущностей, как часть-целое, включение, смежность и пр. Такая сеть, по сути, представляет базу знаний информационной системы. В семантическую сеть могут быть включены сущности отражающие знания по физиологии, биомеханике, повреждениям тканей и пр. Для работы в этой среде создаются специализированные структурированные протоколы обследований, в которых описываемые сущности являются включенными в текст протоколов, как объекты, а их характеристики выбираются из справочников и/или задаются как числовые величины. Такое построение системы позволяет проводить систематизацию

и накапливание результатов исследований для последующей обработки и анализа.

Современные PACS/RIS и входящие в их состав рабочие станции позволяют проводить регистрацию, архивирование, обработку и последующий комплексный ретроспективный анализ мультимодальных данных пациентов, что дает более полное представление о патологических образованиях, позволяют прогнозировать изменения.

Включение PACS/RIS в работу медицинского учреждения позволяет повысить качество и снизить себестоимость обслуживания пациентов.

Повышение качества достигается за счет:

- более качественного, технологичного и информационного представления диагностических изображений на рабочих станциях для обеспечения их анализа врачами при составлении протоколов обследований пациентов (удобный интерфейс для работы с изображениями, два и более мониторов для визуализации);

- обеспечения визуализации на экране рабочей станции диагностических изображений, полученных при обследованиях пациентов на различных регистрирующих приборах для комплексного (мультимодального) анализа изображений;

- обеспечения ретроспективного анализа состояния пациентов за счет оперативного получения из базы данных изображений его более ранних обследований для сравнительного анализа;

- повышения четкости в описании диагноза и результатов обследований за счет формализованного описания.

Снижение себестоимости достигается за счет:

- повышения производительности труда медицинского персонала за счет формализации обследований, технологичной организации ведения автоматизированного документооборота, оперативного доступа к данным, снижения времени на рутинную работу по ведению учетной и отчетной документации;

- повышения наблюдаемости (контролируемости) работы службы лучевой диагностики для принятия решений по административному управлению за счет получения статистических отчетов и ответов на запросы к базе данных по разным срезам работы;

- снижения затрат на дорогостоящие расходные материалы (внедрение бес пленочной технологии работы службы лучевой диагностики и/или значительного снижения использования пленок, бумаги для термопринтеров и других расходных материалов);

- значительной экономии рабочего времени за счет отказа от работы с пленками.

Повышение профессионального уровня медперсонала достигается за счет возможности обучения при разборе клинических случаев при использовании мультимедийных средств представления результатов на основе накапливаемой базы данных.

Разработанный нами и постоянно совершенствуемый Комплекс аппаратно программный «Гамма Мультивокс», с входящими в его состав мультимодальными рабочими станциями серии «Гамма Мультивокс» для работы с 2D/3D изображениями как раз и предназначен для решения указанных выше задач, возникающих в повседневной практической работе и научных исследованиях.

Поступила 27.07.2010

**Профессор РАБУХИНА Нина Александровна**  
(к 80-летию со дня рождения)

**Professor Rabukhina Nina Alexandrovna**  
(on the Occasion of her 80th of birthday)



27 июля 2010 года медицинская общественность отметила юбилей видного ученого, рентгенолога, доктора медицинских наук, профессора Рабухиной Нины Александровны.

Нина Александровна родилась 27 июля 1930 года в Харькове. В 1953 году с отличием окончила 2-й Московский Медицинский институт и субординатуру по рентгенологии. С 1953 года работала врачом-рентгенологом в Республиканском противотуберкулезном диспансере, г. Баку. В 1954 году была направлена в клиническую ординатуру по рентгенологии Азербайджанского ГИДУВа. С 1956 по 1959 годы обучалась в аспирантуре на кафедре рентгенологии ММСИ. В 1959 году защитила кандидатскую диссертацию. С 1959 по 1963 год являлась научным сотрудником Московского НИИ рентгенорадиологии (МНИРРИ). С 1963 по 1969 год организовала и возглавила рентгенологическое отделение Центрального НИИ стоматологии (ЦНИИС). С 1969 по 1973 год руководила рентгенологическим отделением МНИРРИ. Докторскую диссертацию Нина Александровна

Рабухина защитила в 1967 году. С 1973 по 1985 год руководила рентгенологической службой и заведовала отделением ЦКБ 4-го главного управления при МЗ РСФСР.

С 1985 по 2006 год возглавляла рентгенологическое отделение ЦНИИС. С 2006 года Н.А. Рабухина является научным консультантом рентгенологического отделения ЦНИИС.

В 1991 году Нине Александровне присвоено ученое звание профессора.

Круг научных интересов профессора Н.А. Рабухиной очень широк. Ею впервые разработаны и внедрены в широкую практику такие оригинальные методики, как томография и рентгенотомография височно-нижнечелюстных суставов, зонография скелета, черепа и придаточных пазух носа, телерентгенологическая крианиметрия в оригинальных модификациях, фармакорентгенологическое исследование и первичное двойное контрастирование желудочно-кишечного тракта. Серия публикаций посвящена созданию научных основ системы стандартизации

рентгенологических исследований в стоматологии и вопросам использования рентгеновской компьютерной томографии при диагностике различных заболеваний лицевого черепа.

Нина Александровна Рабухина – автор около 500 научных работ, в том числе – 22 монографий по различным разделам рентгенологии. Фундаментальные исследования Н.А. Рабухиной в области челюстно-лицевой рентгенологии воплощены в следующих изданиях: «Заболевания височно-нижнечелюстного сустава и их рентгенологическое распознавание» (1969), «Рентгенодиагностика некоторых заболеваний зубочелюстной системы» (1971), «Деформации лицевого черепа» (1981), «Рентгенодиагностика заболеваний челюстно-лицевой области» (1991), «Рентгенодиагностика в стоматологии» (1999, 2003), «Атлас рентгенограмм. Стоматология и челюстно-лицевая хирургия» (2002), «Амбулаторная хирургическая стоматология» (2002), «Болезни пародонта» (2004), «Деформации лицевого черепа» (2005), «Спиральная компьютерная томография при заболеваниях челюстно-лицевой области» (2006).

Нина Александровна вырастила целую плеяду учеников и последователей. Под ее руководством выполнено 137 докторских и кандидатских диссертаций.

Много лет профессор Н.А. Рабухина является активным членом редколлегии журнала «Вестник рентгенологии и радиологии».

Нельзя не отметить личных качеств Нины Александровны. Это – Учитель, Оптимист, Человек высокого духа и неиссякаемой энергии.

*Редколлегия журнала «Вестник рентгенологии и радиологии», коллеги, друзья, ученики от всей души поздравляют Нину Александровну с юбилеем и желают ей крепкого здоровья, долголетия и дальнейших творческих успехов.*