

Индивидуальная предоперационная оценка ангиоархитектоники при планировании анатомических резекций лёгкого, трёхмерное моделирование в грудной хирургии

Individual preoperative evaluation of angioarchitectonic in planning of lung volume reduction surgeries, three-dimensional modeling in thoracic surgery

А.В. Хайриева¹, Ю.С. Есаков¹,
Я.И. Нерестюк¹, Н.В. Тарбаева¹,
Л.Д. Ионкина¹, А.А. Печетов¹,
Г.Г. Кармазановский¹, А. Элаева¹

¹ ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского»
Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Для корреспонденции:

Кармазановский Григорий Григорьевич, доктор медицинских наук,
профессор, зав. отделом лучевых методов диагностики и лечения
ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава
России, 117997, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27,
тел. +7(499)237-37-64, e-mail: karmazanovsky@ixv.ru.

A.V. Khayrieva¹, Yu. S. Esakov¹,
Ya. I. Nerestyuk¹, N.V. Tarbaeva¹,
L.D. Ionkina¹, A.A. Pechetov¹,
G.G. Karmazanovsky¹, A. Elaeva¹

¹ A.V. Vishnevsky Institute
of Surgery, Moscow, Russia

Corresponding author:

Karmazanovsky Grigory Grigorievich, M.D., Professor,
Head of Radiology department of A.V. Vishnevsky Institute
of Surgery, Bolshaya Serpukhovskaya st., 27, Moscow,
117997, Russia, tel.:+7(499)237-37-64,
e-mail: karmazanovsky@ixv.ru.

Реферат

Цель исследования – определение роли и отработка алгоритмов предоперационного 3D-моделирования в планировании операций на легких и органах средостения на основе программного обеспечения Myrian (Intrasense, France). **Материалы и методы:** В ретроспективном исследовании проанализированы данные МСКТ органов грудной клетки 33 пациентов. В группу наблюдения вошли пациенты с гистологически подтвержденными раком легкого (n=7), карциноидом легкого (n=1), гамартомой легкого (n=1), тератомой легкого (n=1), метастазами

Abstract

Purpose: To determine the role and development the algorithms of preoperative 3D-modeling in planning of operations on the lungs and mediastinum on base of Myrian (Intrasense, France) software. **Materials and methods:** CT-data of 33 patients were retrospectively analyzed. We selected patients with histologically approved lung cancer (n=7), lung carcinoid tumor (n=1), pulmonary hamartoma (n=1), pulmonary teratoma (n=1), 1 pulmonary metastases

ческим поражением легких ($n=10$), шванномой легкого ($n=1$), нейрофибромой легкого ($n=1$), раком трахеи ($n=1$), постинтубационным стенозом трахеи ($n=10$). Постпроцессорная обработка данных проведена в системе Myrian (Intrasense, France). Результаты оценивали совместно врач-рентгенолог и хирург. **Результаты:** Для снижения лучевой нагрузки на пациента, было принято решение получать одну равновесную фазу контрастного усиления с одинаково плотным контрастированием легочных артерий и вен. Трёхмерные модели на основе изображений, полученные при применении внутривенного контрастирования, строились путем выделения ткани опухоли, метастатических очагов, трахеи и бронхов, артерий и вен пораженного легкого. На основе бесконтрастных изображений оценивали динамику роста метастатических очагов в легких, создавали 3D-модель паренхимы отдельных долей легких, криволинейные реконструкции трахеи. **Выводы:** 3D-моделирование на основе МСКТ-ангиографии более информативно, чем 3D-моделирование на основе исследований без контрастного усиления. Трёхмерное моделирование и предоперационная оценка индивидуальной сосудистой ангиоархитектоники позволяет детально планировать эндоскопические анатомические резекции лёгких, что снижает риск интраоперационного кровотечения.

Ключевые слова:

трехмерное моделирование, МСКТ

($n=10$), pulmonary schwannoma ($n=1$), pulmonary neurofibroma ($n=1$), tracheal cancer ($n=1$), postintubational stenosis ($n=10$). Postprocessing data were hold by Myrian (Intrasense, France) software. Results were evaluated by radiologist and surgeon. **Results:** To reduce the radiation exposure to the patient, we decided to get one phase of contrast enhancement with equally contrast enhancement of the pulmonary arteries and veins. The three-dimensional model based on native-phase images were created by extracting tumor, metastatic lesions, trachea and bronchi, arteries and veins of the affected lung. Based on native-phase images we evaluated the growth of metastatic lesions in the lungs, created 3D-model of separate lung lobes and created the curved reconstruction of the trachea. **Conclusions:** 3D-modeling based on MDCT-angiography is more informative than 3D-modeling based on studies without contrast enhancement scans. Three-dimensional modeling and evaluation of individual preoperative angioarchitectonics allows to plan endoscopic lung volume reduction and reduces the risk of intraoperative bleeding.

Key words:

three-dimensional modeling, MDCT

Введение

Совершенствование эндоскопических технологий в течение последних 10-15 лет способствовало широкому внедрению торакоскопических операций в хирургию органов грудной клетки. Ежегодно с накоплением опыта в отдельных центрах расширяются показания к выполне-

нию торакоскопических анатомических резекций лёгкого. Современные возможности предоперационной диагностики (в частности МСКТ органов грудной клетки) позволяют с высокой точностью определять локализацию, размеры, природу новообразований лёгких и средостения. В то же время, изучение индивидуальной анатомии, в частности ангиоархи-

тектоники, и трёхмерное (3D-) моделирование не входят в стандартные протоколы исследования органов грудной клетки. Это имеет особое значение при планировании малотравматичных операций.

Ценность любого диагностического метода для хирурга определяется способностью получения такого изображения, чтобы информация о патологических изменениях представала перед ним в понятном и привычном зрительном образе (т.е. в виде, максимально приближенном к тому изображению, которое хирург наблюдает в операционном поле). В настоящее время наибольших успехов в указанном направлении достигла спиральная компьютерная томография (СКТ) в сочетании с болюсным контрастным усилением (КУ) и последующей трехмерной реконструкцией (3D) изображения [1].

Для 3D-рендеринга используются специальные компьютерные алгоритмы трансформации 2D-изображений в реалистичное объемное представление объекта – его виртуальную модель. В этом отношении КТ-визуализация не отстает от современных компьютерных технологий виртуальной реальности, наглядным примером чего является виртуальная КТ-бронхоскопия [2].

Основными задачами постпроцессинга КТ-изображений являются:

- улучшение оценки пространственных взаимоотношений органов и структур;
- наглядное представление КТ-данных (коммуникация с врачами других специальностей, выступление с презентациями, обучение);
- специальные клинические приложения для улучшения диагностики заболеваний;
- планирование некоторых видов лечения (виртуальная симуляция лучевой терапии, хирургическая навигация) [2].

Цель настоящего исследования – определение роли и отработка алгоритмов предоперационного 3D-моделирования в планировании операций на легких и органах средостения на основе программного обеспечения Mypian (Intrasense, France).

Материалы и методы

При ретроспективном исследовании проанализированы данные МСКТ органов грудной клетки 33 пациентов (20 мужчин, 13 женщин) в возрасте от 29 до 86 лет (средний возраст составил 54,3 года), полученные в бесконтрастную фазу

исследования, артериальную и венозную фазы контрастного усиления. В группу наблюдения вошли пациенты с гистологически подтвержденными раком легкого (n=7), карциномой легкого (n=1), гамартомой легкого (n=1), тератомой легкого (n=1), метастатическим поражением легких (n=10), шванномой легкого (n=1), нейрофибромой легкого (n=1), раком трахеи (n=1), постинтубационным стенозом трахеи (n=10). Постпроцессорная обработка данных проведена в системе Mypian (Intrasense, France) с применением различных типов трехмерных реконструкций и их модификаций. Результаты оценивали совместно врач-рентгенолог и хирург.

Результаты и обсуждение

При обработке нативных изображений возникают сложности с прецизионной дифференцировкой опухоли от паренхимы непораженного лёгкого, поэтому выделение изображения опухоли целесообразно проводить вручную, что позволяет точнее оценить характер поражения паренхимы лёгкого. На изображениях нативной фазы исследования возможно выделение только наиболее крупных ветвей артерий и вен. Также возникают сложности с точной дифференцировкой субсегментарных артерий и вен. Аналогичные сложности визуализации относятся к дифференцировке сосудов, проходящих в структуре опухоли.

По данным Tadashi Akiba и соавторов, аномалия развития легочных вен – достаточно часто встречаемая патология [3]. Yamashita и соавторы сообщают о 120 наблюдениях, где по данным МСКТ, вена средней доли не была связана с венами верхней и нижней долей [4]. По данным Maгом и соавторов, наиболее частой аномалией вены средней доли является ее самостоятельное впадение в левое предсердие [5]. Основываясь на результатах собственного исследования и анализа данных литературы, мы пришли к выводу, что 3D-реконструкции будут более информативны в случае применения контрастного усиления. Сосудистая анатомия легких очень вариабельна. При этом знание индивидуальной ангиоархитектоники каждого пациента важно для хирурга, так как это позволяет планировать оперативное вмешательство, а знание индивидуальной анатомии может способствовать прецизионному выделению сегментарных артерий при анатомических резекциях лёгкого [6].

КТ-исследование органов брюшной полости проводилось на мультidetекторных компью-

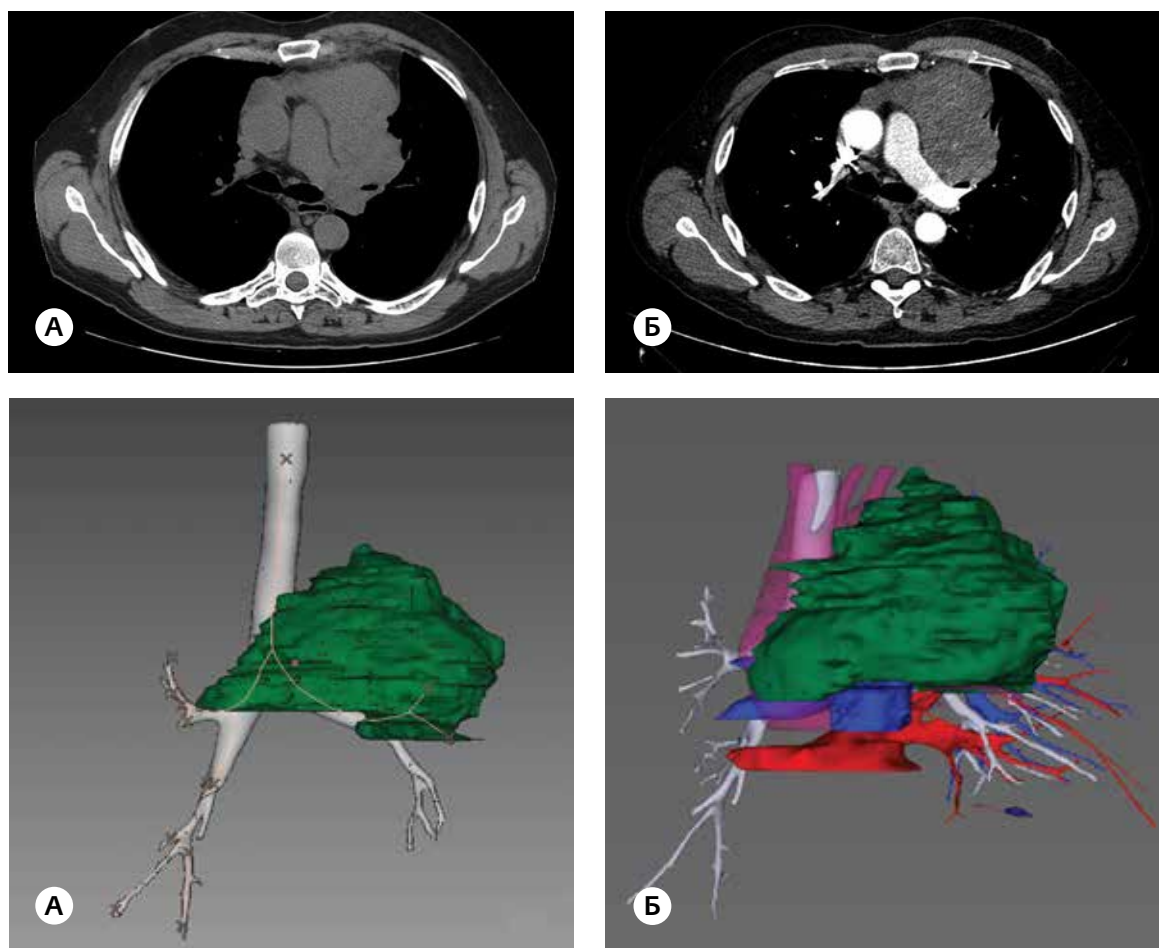


Рис. 1. Пациент А. Плоскоклеточный низкодифференцированный рак левого легкого. Аксиальные срезы и 3D-модели, полученные на основе бесконтрастной МСКТ (А) и МСКТ с контрастным усилением (Б). На изображении «а» контуры образования прослеживаются не на всем протяжении (оценка инвазии сосудов невозможна).

терных томографах Brilliance 64, Brilliance iCT 256 фирмы Philips с временем ротации трубки 0,75 с. Нативное исследование выполнялось с толщиной среза 1 мм, питч 1,1, 120 кВ, 220 мАс, ширина окна W/C 360/60, коллимация 64×0,625/128×0,625, область сканирования – от угла нижней челюсти до нижнего контура печени. Время сканирования составляло 5–7 с. Для получения артериальной и венозной фаз сканирования исследование начиналось на 10-й и 35-й секундах с момента достижения порогового контрастирования аорты 130 ед.Н (программный пакет bolus tracking).

Болюсное контрастное усиление выполняли с использованием контрастного препарата Сканлюкс 370 (370 мг/мл). Доза контрастного препарата подбиралась индивидуально из расчета 1,5 мл Сканлюкс 370 (370мг/мл) на 1 кг веса пациента. Инъекцию контрастного препарата проводили с помощью двухголовчатого автоматического иньектора OptiVantage DH (Mallinckrodt; Inc.) со скоростью 5 мл/сек. Для запуска сканирования использовалась методика bolus tracking, порог контрастирования 130

ед.Н, триггер болюса устанавливали на уровне бифуркации трахеи, ROI – на нисходящем отделе грудной аорты. Для получения артериальной и венозной фазы сканирование начинали спустя 5 секунд с момента достижения порогового контрастирования аорты.

Изначально ряду пациентов было выполнено сканирование с получением двух фаз контрастирования: артериальной и венозной, чтобы получить раздельное контрастирование легочных артерий и легочных вен. Это позволило бы сократить время выделения сосудов при создании 3D-модели и свести выделение вручную к минимуму. Однако для снижения лучевой нагрузки на пациента было принято решение о получении одной равновесной фазы контрастного усиления с одинаково плотным контрастированием легочных артерий и вен. Дифференциация артерий и вен не вызвала трудностей, отличить артерию и вену можно, проследив ход сосуда. Сравнение реконструкций, построенных на основе бесконтрастного исследования, и исследования с применением контрастного усиления представлено на рис. 1.

Таблица 1. Цвета, используемые для обозначения различных структур на 3D-моделях

Структура	Цветовое обозначение
Артерии легочного ствола	Синий
Легочные вены	Красный
Трахея и бронхи	Бирюзовый
Аорта	Розовый
Опухоль	Зеленый
Метастатические очаги	Фиолетовый

Трехмерные модели на основе изображений, полученных при применении внутривенного контрастирования, строились путем выделения ткани опухоли, метастатических очагов (очаговых новообразований лёгкого – ОНЛ), трахеи и бронхов, артерий и вен пораженного легкого. Производилось выделение не всех сосудов и бронхов, а только их наиболее крупных ветвей и ветвей, которые потенциально находятся в зоне планируемого оперативного вмешательства. Для облегчения восприятия информации все структуры на 3D-модели имеют свой цвет, который далек от их реального цвета и выбран с целью лучшей визуализации структур на фоне друг друга. Таким образом, артерии легочного ствола – синего цвета, легочные вены – красные, трахея и бронхи – бирюзовые (светло-голубые), аорта – розовая, опухоль – зеленая, метастатические очаги – фиолетовые. Цвета, используемые для обозначения различных структур на 3D-моделях, представлены в таблице 1.

Создание 3D-модели занимает в среднем 1,5-2 часа. Трехмерная модель, полученная по данной методике, представлена на рис. 2.

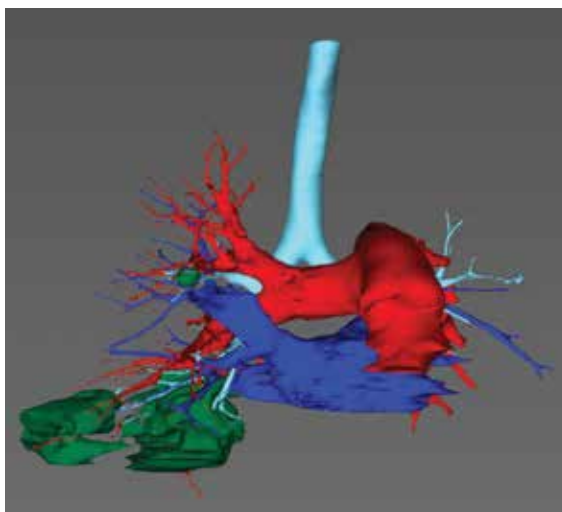


Рис. 2. Пациент К., 56 лет. Периферический рак правого легкого. Трехмерная модель на основе МСКТ с контрастным усилением.

Построенные 3D-модели оценивались совместно рентгенологом и хирургом для уточнения индивидуальных особенностей зоны интереса, классификации типов ветвления артерий вен. Преимущество программы Myrian (Intrasense, France) состоит в том, что для анализа хирургом полученных 3D-моделей не требуется постоянное присутствие рентгенолога. На основе построенных 3D-моделей создается 3D-отчет в формате pdf. Файл в данном формате передается хирургу посредством электронной почты или электронного носителя. Файлы данного типа можно открывать на любом компьютере, в том числе и на ноутбуке и планшетном компьютере. С 3D-моделью в pdf формате возможно выполнение следующих действий: вращение влево-вправо и вверх-вниз, приближение-отдаление (рис. 3). В отчете указаны объемы и плотности выделенных структур.

Описанные модели получены с помощью применения контрастного усиления, но важно отметить, что возможности 3D-моделирования и постпроцессорной обработки на основе бесконтрастных исследований также велики.

На основе бесконтрастных изображений мы оценивали динамику роста метастатических очагов (ОНЛ) в легких с помощью программного пакета Myrian (Intrasense, France) «Начальный объем узелка». Выявление ОНЛ облегчалось тем, что исследование отображается в четырех окнах, одно из которых – проекция максимальных интенсивностей (MIP) с увеличенной толщиной среза. Выявив ОНЛ в первом окне, присваивали ему номер и проводили необходимые измерения в окне с тонкими аксиальными срезами. На основе проведенных измерений программой автоматически строится таблица, указывающая проведенные измерения для каждого ОНЛ. При этом автоматически строилась 3D-реконструкция выявленного образования и окружающих его бронхов, которая отображалась в четвертом окне (см. рис. 4).

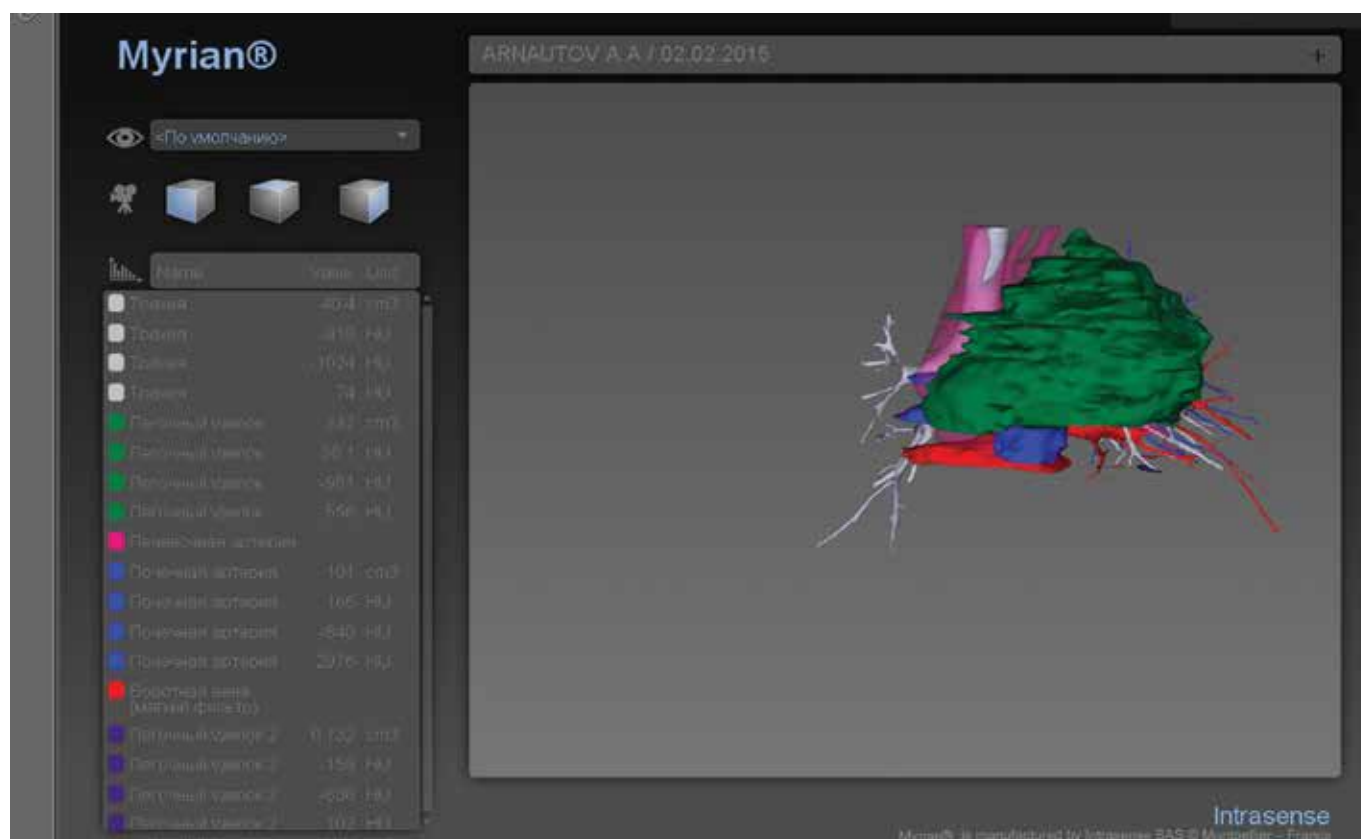


Рис. 3. 3D-отчет в PDF-формате. В столбце слева указаны объемы и плотности выделенных структур.

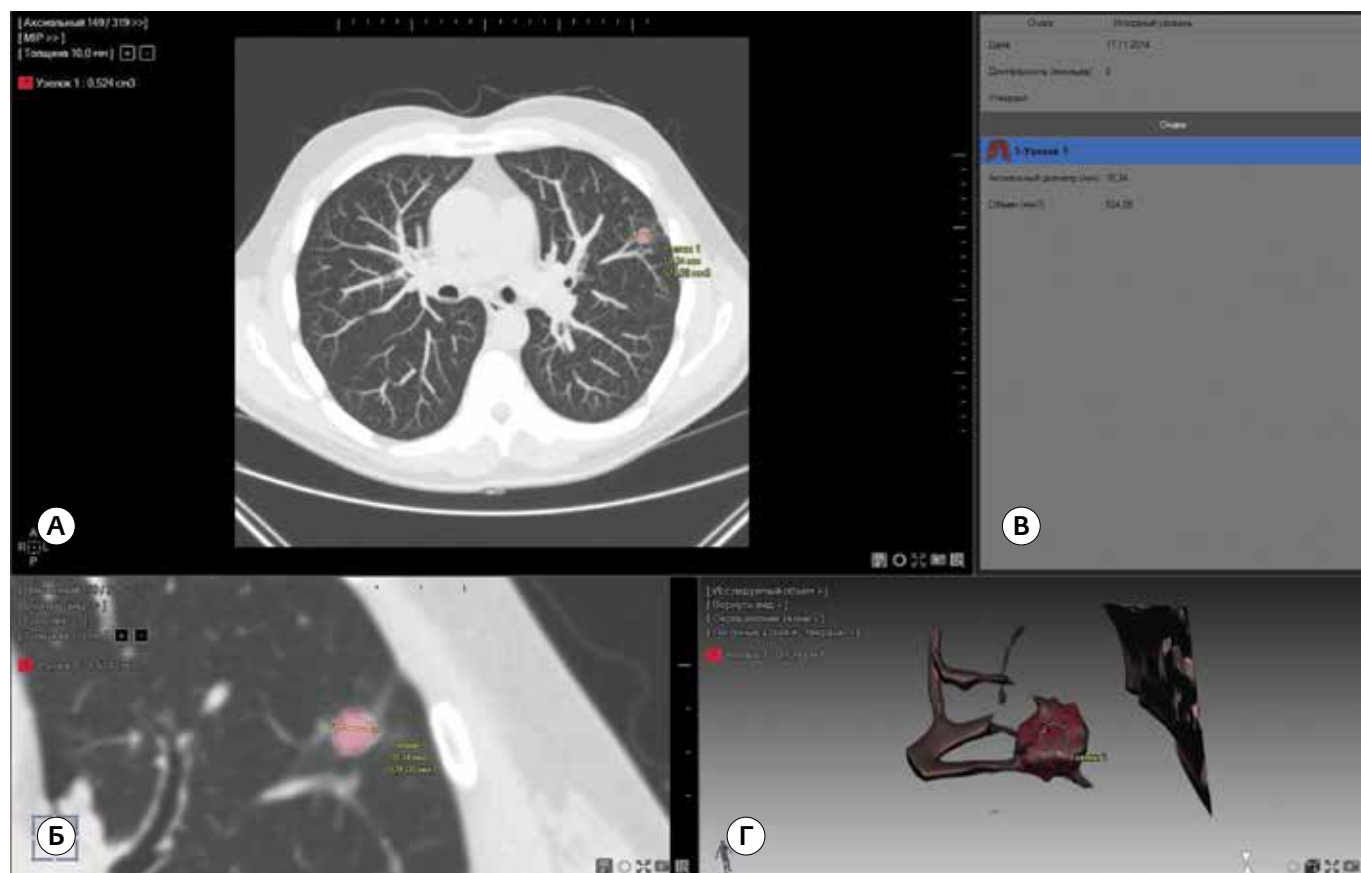


Рис. 4. Программный пакет «Начальный объем ОНЛ». **А:** проекция максимальных интенсивностей (MIP), толщина среза – 10 мм. Проводится обнаружение узелка. **Б:** аксиальный срез, толщина среза – 1 мм. Проводится окрашивание ОНЛ и измерение его диаметра. **В:** таблица с данными об измерениях для каждого ОНЛ (диаметр, объем). **Г:** трехмерная реконструкция ОНЛ (автоматически создается программой).

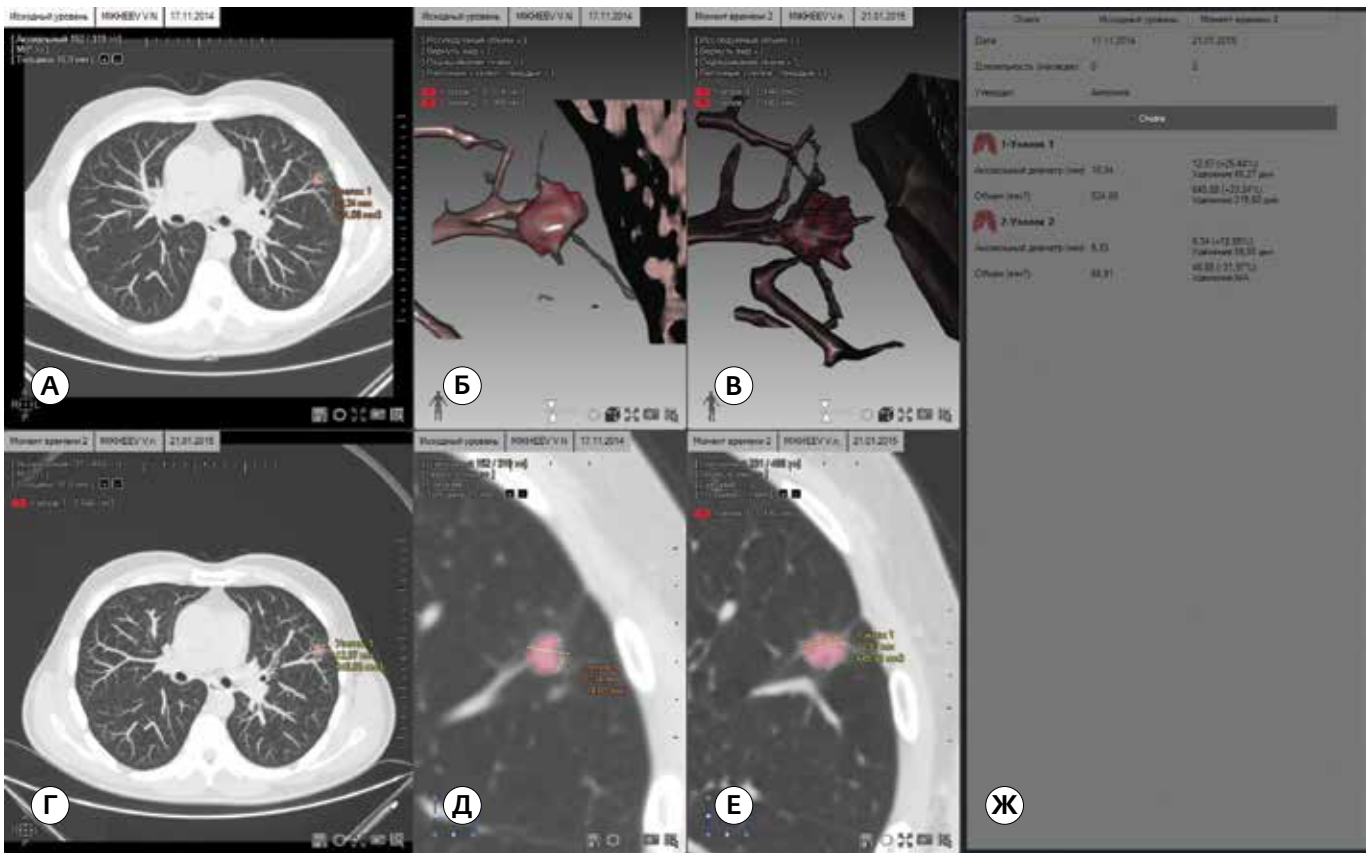


Рис. 5. Программный пакет «Анализ роста узелка». А, Г: проекция максимальных интенсивностей (МIP), толщина среза – 10 мм. Д, Е: аксиальные срезы, толщина среза – 1 мм. Б, В: трехмерные реконструкции узелков. Ж: таблица с данными об измерениях для каждого узелка (диаметр, объем).

Очаги	Исходный уровень	Момент времени 2
Дата	17.11.2014	21.01.2015
Длительность (месяцев)	0	2
Утвердил	Ангелина	
Очаги		
1-Узелок 1		
Аксиальный диаметр (мм)	10,34	12,97 (+25,44%) Удвоение: 66,27 дни
Объем (мм ³)	524,08	645,88 (+23,24%) Удвоение: 215,60 дни
2-Узелок 2		
Аксиальный диаметр (мм)	5,33	6,34 (+18,95%) Удвоение: 86,55 дни
Объем (мм ³)	68,91	46,88 (-31,97%) Удвоение: N/A

Рис. 6. Таблица, отражающая анализ роста легочного узелка.

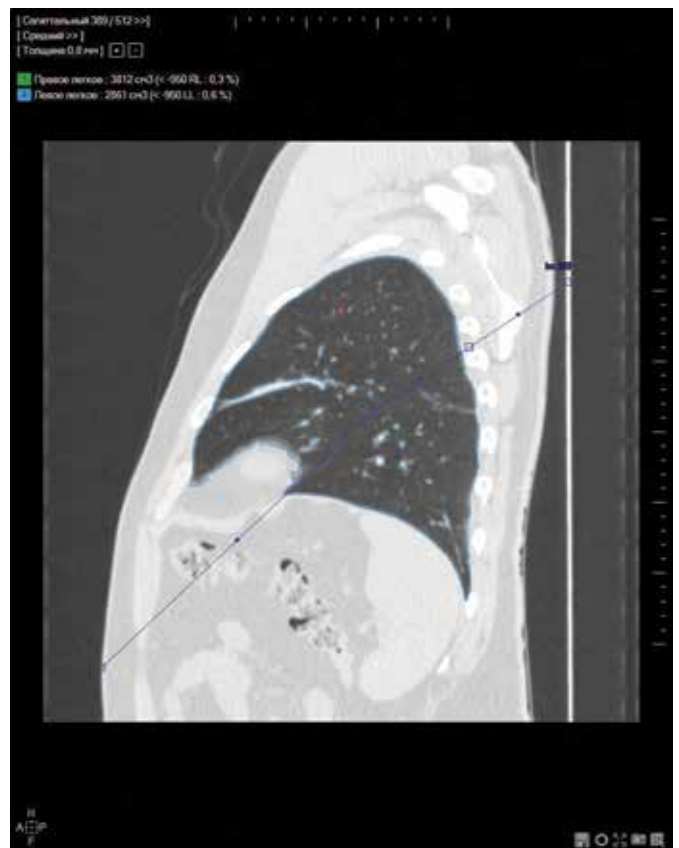


Рис. 7. Программный пакет «Сегментация». Проведение секущей поверхности по косой междолевой щели правого легкого.

Когда пациенту проводится повторное исследование для оценки динамики роста очаговых новообразований, то повторное исследование также обрабатывается в данной программе, но уже с помощью программного пакета «Анализ роста узелка» (Myrian, Intrasure, France). При этом автоматически открываются данное и предыдущее исследования (см. рис. 5).

Мы проводим измерение тех узелков, которые были выявлены в предыдущем исследовании, а также измерение новых очагов. На основе выполненных измерений программа формирует таблицу сравнения диаметра и объема ОНЛ в данном и предыдущем исследовании. В ней указывается, на сколько процентов увеличился или уменьшился каждый из узелков, а также рассчитывается период удвоения новообразования и указывается время в сутках, за которое произойдет увеличение объема опухоли вдвое. Пример данной таблицы представлен на рис. 6.

На основе бесконтрастных исследований возможно создание 3D-модели паренхимы отдельных долей легких. Построение подобной модели производится на основе пакета «Сегментация» (Myrian, Intrasure, France). При открытии исследования с помощью данного пакета производится автоматическое выделение трахеи, долевых и наиболее

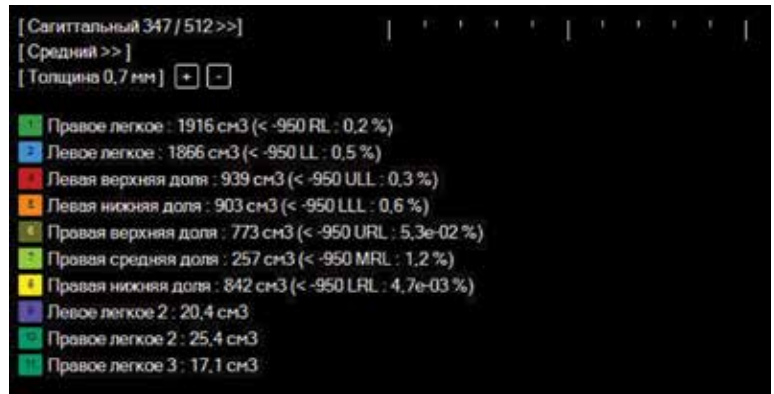


Рис. 8. Программный пакет «Сегментация». Указание цвета, соответствующего каждой доле, объемов и плотностей долей и легких в целом.

крупных сегментарных бронхов. Также автоматически производится выделение правого и левого легкого и подсчет их объемов. Разделение легких на доли производится путем проведения секущей поверхности по междолевым щелям (рис. 7).

Далее программа автоматически подсчитывает объем каждой доли правого и левого легких, строит 3D-модель, выделяя каждую долю своим цветом, и выводит полученные значения объема и плотности каждой доли (рис. 8).

В результате получается 3D-модель, где каждая доля обозначена своим цветом (рис. 9).

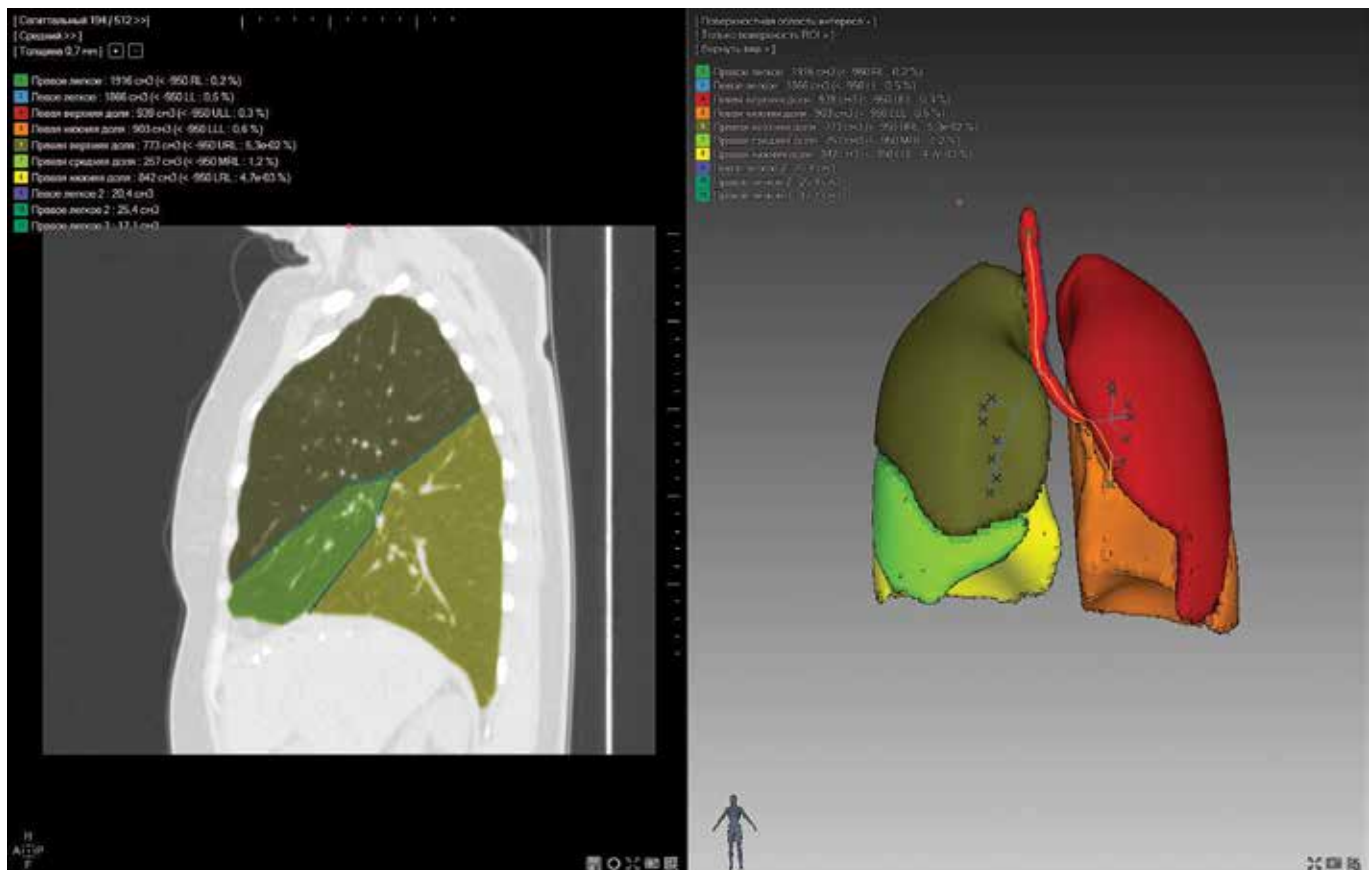


Рис. 9. Программный пакет «Сегментация». Получаемая 3D-модель с выделенными разными цветами долями.



Рис. 10. Программный пакет «Планирование стента». На сагиттальной проекции выставлены метки на интересующих уровнях. Выделенные уровни проецируются на 3D-изображение трахеи и бронхов. На выделенных уровнях происходит автоматическое выделение контуров трахеи (отображается на аксиальных срезах), обозначение максимального и минимального диаметров на каждом интересующем уровне.

Созданная 3D-модель также сохранялась в формате pdf.

На основе бесконтрастных исследований возможно создание криволинейной реконструкции трахеи в программном пакете «Планирование стента» (Myrian, Intrasure, France). При открытии исследования в данном программном пакете происходит автоматическое выделение трахеи, долевых и наиболее крупных сегментарных бронхов. С помощью данного пакета возможно рассчитать объем и максимальный и минимальный диаметры трахеи на заданном уровне. Также, если установить две точки, например, в начале и в конце зоны стеноза, программа автоматически рассчитает расстояние между этими точками. Эти сведения полезны при планировании хирургического лечения стенозов трахеи, а также при планировании интубации трахеи (рис. 10).

На основе полученных аксиальных срезов, описания, данных постпроцессорной обработки хирургом принимается решение о выборе тактики оперативного вмешательства, операбельности, эффективности химиотерапии.

Общим недостатком 3D-реконструкций является ненадежность, а порой и невозможность измерения в трехмерном пространстве плотностей и расстояний, поскольку алгоритм рендеринга оказывает существенное влияние на способ представления и пространственные взаимоотношения структур. Еще один недостаток – операторозависимость 3D-изображений, являющихся результатом работы конкретного человека. В процессе обработки может быть потеряна часть важной диагностической информации либо создано ложное впечатление об определенных свойствах объектов. Поэтому 3D-изображения в большинстве случаев не предназначены для целей диагностики, их главная цель – наглядное представление информации. Интерпретировать их необходимо с осторожностью и всегда совместно с аксиальными КТ-изображениями [3].

Заключение

3D-моделирование на основе МСКТ-ангиографии более информативно, чем 3D-моделирование на основе исследований без контрастного

усиления. Контрастирование не требуется при проведении МСКТ для оценки динамики роста очаговых новообразований лёгкого, для планирования хирургического лечения стеноза трахеи и для оценки объемов долей легких. Исследованное программное обеспечение позволяет оценивать пространственное взаимоотношение различных структур, что невозможно сделать на аксиальных срезах.

Трёхмерное моделирование и предоперационная оценка индивидуальной сосудистой ангиоархитектоники позволяет детально планировать эноскопические анатомические резекции лёгких, что снижает риск интраоперационного кровотечения. Рутинное использо-

вание трёхмерного моделирования в грудной хирургии повышает информативность стандартного исследования, что позволяет спланировать отдельные этапы операции до её начала. Дальнейшее изучение и сравнительная оценка результатов исследований позволяют сформулировать рекомендации по планированию операций в отдельных анатомических зонах.

Наш опыт применения пакетов программ построительной обработки Mypian (Intrasense, France) свидетельствует об эффективности этого продукта, особенно при мониторинге изменений объема периферических образований легких.

Литература:

1. Федоров В.Д., Кармазановский Г.Г., Цвиркун В.В., Гузеева Е.Б., Буриев И.М. Новые возможности спиральной компьютерной томографии – виртуальная хирургия. *Хирургия*. 2000; 2:15-18.
2. Хоружик С.А., Михайлов А.Н. Основы КТ-визуализации. Часть 2. Постпроцессорная обработка изображений. *Радиология-практика*. 2001; 4:52-65.
3. Akiba T., Marushima H., Harada J., Kobayashi S., Moriawa T. Anomalous pulmonary vein detected using three-dimensional computed tomography in a patient with lung cancer undergoing thoracoscopic lobectomy. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2008; 56:413-416.
4. Yamashita H. Variations in the pulmonary segments and the bronchovascular trees. *Roentgenologic anatomy of the lung*. 1978. p. 70-107.
5. Marom E.M., Herndon J.E., Kim Y.H., McAdams H.P. Variations in pulmonary venous drainage of the left atrium: implications for radiofrequency ablation. *Radiology*. 2004; 230:824-9.
6. Akiba T., Marushima H., Odaka M., Harada J., Kobayashi S., Moriawa T. Pulmonary vein analysis using three dimensional computed tomography angiography for thoracic surgery. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2010; 58:331-335.
7. Fukuhara K., Akashi A., Nakane S., Tomita E. Preoperative assessment of the pulmonary artery by three-dimensional computed tomography before video-assisted thoracic surgery lobectomy. *Europ Journ Card Thorac Surg*. 2008; 34:875-877.

References:

1. Fedorov V.D., Karmazanovsky G.G., Tsvirkun V.V., Guzeeva E.B., Buriev I.M. Novye vozmozhnosti spiral'noy komp'yuternoy tomografii – virtual'naya khirurgiya. *Khirurgiya*. 2000; 2:15-18.
2. Khoruzhik S.A., Mikhaylov A.N. Osnovy KT-vizualizatsii. Chast' 2. Postprotsessornaya obrabotka izobrazheniy. *Radiologiya-praktika*. 2001; 4:52-65.
3. Akiba T., Marushima H., Harada J., Kobayashi S., Moriawa T. Anomalous pulmonary vein detected using three-dimensional computed tomography in a patient with lung cancer undergoing thoracoscopic lobectomy. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2008; 56:413-416.
4. Yamashita H. Variations in the pulmonary segments and the bronchovascular trees. *Roentgenologic anatomy of the lung*. 1978. p. 70-107.
5. Marom E.M., Herndon J.E., Kim Y.H., McAdams H.P. Variations in pulmonary venous drainage of the left atrium: implications for radiofrequency ablation. *Radiology*. 2004; 230:824-9.
6. Akiba T., Marushima H., Odaka M., Harada J., Kobayashi S., Moriawa T. Pulmonary vein analysis using three dimensional computed tomography angiography for thoracic surgery. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2010; 58:331-335.
7. Fukuhara K., Akashi A., Nakane S., Tomita E. Preoperative assessment of the pulmonary artery by three-dimensional computed tomography before video-assisted thoracic surgery lobectomy. *Europ Journ Card Thorac Surg*. 2008; 34:875-877.