

**«РАДИОЛОГИЯ В ОНКОЛОГИИ – ФОКУС НА  
МАММОЛОГИЮ И ТОРАКАЛЬНУЮ РАДИОЛОГИЮ»**

15 марта 2018, г. Нижний Новгород



**МНИОИ им. П.А. Герцена –  
филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии»  
Минздрава России**

Применение трехмерного компьютерного  
моделирования легочных сосудов при  
планировании видеоассистированных  
анатомических резекций легкого

Халимон А.И., Рубцова Н.А., Пикин О.В., Амиралиев А.М.

# Основные задачи

- Радикальность выполнения оперативного вмешательства
- Уменьшение количества осложнений
- Сокращение времени послеоперационного периода
- Сохранение качества жизни пациента

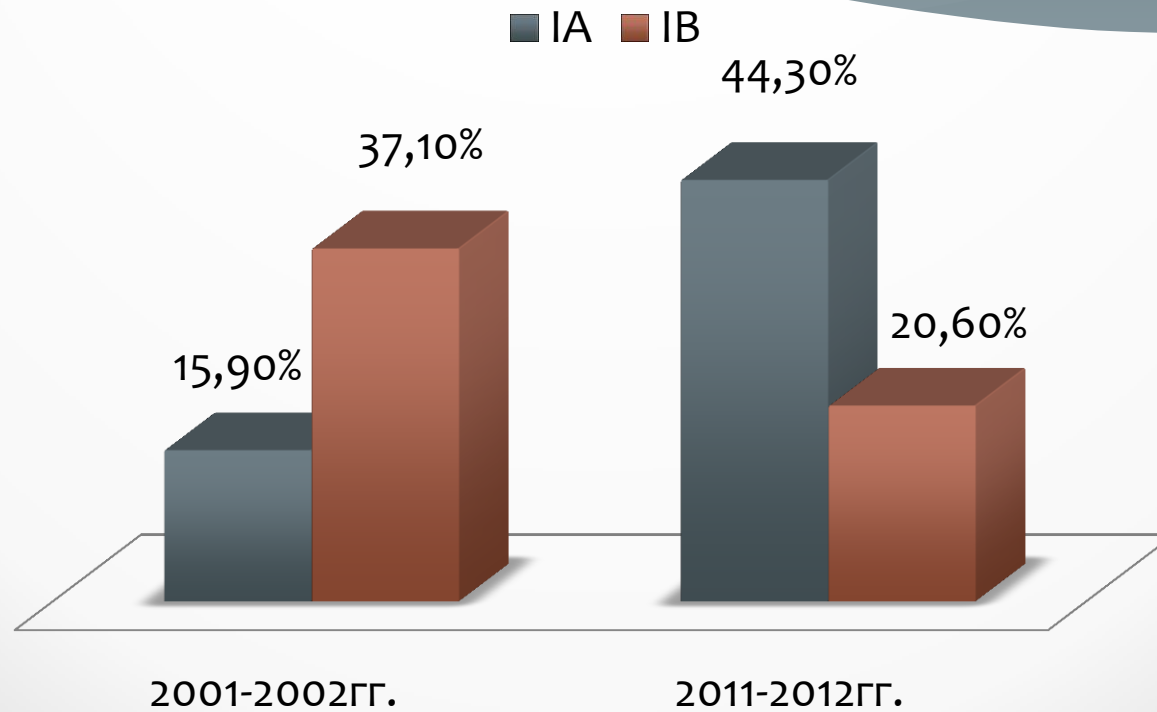
# Объемы оперативного вмешательства при злокачественных новообразованиях легких



# Актуальность сегментэктомии

- Ранняя диагностика: ↑GGO, ↑ T1aNoMo
- ↑ пожилые пациенты
- ↑ коморбидность
- ↑ первичная множественность опухолей легкого

# Стадия на момент операции



# Показания для проведения сегментэктомии:

- Периферический немелкоклеточный рак легкого при максимальном диаметре опухолевого узла  $\leq 2$  см и одном из следующих условий: **AIS**, узел состоит  $\geq 50\%$  из **GGO**, длительное время удвоения ( $\geq 400$  дней)  
(NCCN NSCLC GL 3.2018)
- Метастазы химиорезистентных опухолей с топикой, не позволяющей выполнить атипичную резекцию R0
- Сниженный функциональный респираторный резерв -  $30\% < \text{ОФВ}_1 < 40\%$  (**VO<sub>2</sub> max** в пределах **от 10 до 20 мл/кг/мин**) и другие коморбидные состояния, являющиеся противопоказаниями к лобэктомии

# НМРЛ IA, T1aNoMo

## СЕГМЕНТЭКТОМИЯ VS ЛОБЭКТОМИЯ

(мета-анализ 22 публикаций)

При периферическом НМРЛ с максимальным диаметром  
**≤ 2 см** - общая и канцер-специфическая выживаемость  
**ЭКВИВАЛЕНТНЫ**

## Сегментэктомия при НМРЛ IA стадии

Авторы	Публикация	Число пациентов	Диаметр опухоли	5-летняя выж-ть
Okada M, Nishio W, Sakamoto T, et al.	<i>Effect of tumor size on prognosis in patients with non-small cell lung cancer: the role of segmentectomy as a type of lesser resection. J Thorac Cardiovasc Surg 2005;129:87-93</i>	258	≤2 cm	96.7%
			2-3 cm	84.6%
			>3 cm	62.9%
Okumura M, Goto M, Ideguchi K, et al.	<i>Factors associated with outcome of segmentectomy for non-small cell lung cancer: long-term follow-up study at a single institution in Japan. Lung Cancer 2007;58:231-237.</i>	144	≤2 cm	83%
			>2 cm	58%
Iwata H.	<i>Feasibility of segmental resection in non-small-cell lung cancer with ground-glass opacity. Eur J Cardiothorac Surg Sept 2014; 46:375-379</i>	87	GGO 100% (GGO>50%)≤2cm Solid < 1cm	91,2%
Motoki Y.	<i>Survival of 1737 lobectomy-tolerable patients who underwent limited resection for cStage IA non-small-cell lung cancer. Eur J Cardiothorac Surg, Jan 2015; 47: 135 - 142</i>	1094	≤2 cm	94%



## Сегментэктомия при НМРЛ IA стадии

Авторы	Публикация	Число пациентов	Диаметр опухоли	5-летняя выж-ть
Okada M, Nishio W, Sakamoto T, et al.	<i>Effect of tumor size on prognosis in patients with non-small cell lung cancer: the role of segmentectomy as a type of lesser resection. J Thorac Cardiovasc Surg 2005;129:87–93</i>	258	≤2 cm	96.7%
			2–3 cm	84.6%
			>3 cm	62.9%
Okumura M, Goto M, Ideguchi K, et al.	<i>Factors associated with outcome of segmentectomy for non-small cell lung cancer: long-term follow-up study at a single institution in Japan. Lung Cancer 2007;58:231–237.</i>	144	≤2 cm	83%
			>2 cm	58%
Iwata H.	<i>Feasibility of segmental resection in non-small-cell lung cancer with ground-glass opacity. Eur J Cardiothorac Surg Sept 2014; 46:375–379</i>	87	GGO 100% (GGO>50%)≤2cm Solid < 1cm	91,2%
Motoki Y.	<i>Survival of 1737 lobectomy-tolerable patients who underwent limited resection for cStage IA non-small-cell lung cancer. Eur J Cardiothorac Surg, Jan 2015; 47: 135 - 142</i>	1094	≤2 cm	94%

# НМРЛ T1aNoMo

## СЕГМЕНТЭКТОМИЯ VS ЛОБЭКТОМИЯ

(мета-анализ 22 публикаций)

При периферическом НМРЛ максимальным диаметром  
**≤ 2 см** общая и канцер-специфическая выживаемость  
**эквивалентна**

## **СЕГМЕНТЭКТОМИЯ**

# НМРЛ T1bNoMo

## СЕГМЕНТЭКТОМИЯ VS ЛОБЭКТОМИЯ

При периферическом НМРЛ с максимальным диаметром **>2см** и **≤ 3см** частота возникновения рецидива и метастазирования составляет:

**45% vs 15%**

**ЛОБЭКТОМИЯ**

# Критерии выбора хирургического доступа и объема резекции при метастатическом поражении легких

## **VATS-атипичная резекция – ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНО**

- Солитарный/единичные метастазы (более 3 → торакотомия)
- Диаметр  $\leq 3$  см ( $> 3$  см → торакотомия)
- Клиренс края резекции  $\geq 1$  см ( $< 1$  см → торакотомия)
- Глубина  $\leq 1/3$  легочной паренхимы (центральнее → сегментэктомия/лобэктомия)

# Роль рентгеновской компьютерной томографии в торакальной онкологии

Диагностическая

Планирующая  
(КТ-ангиопульмонография)

MPR (orthogonal/curved)

MIP

VRT

3D – моделирование

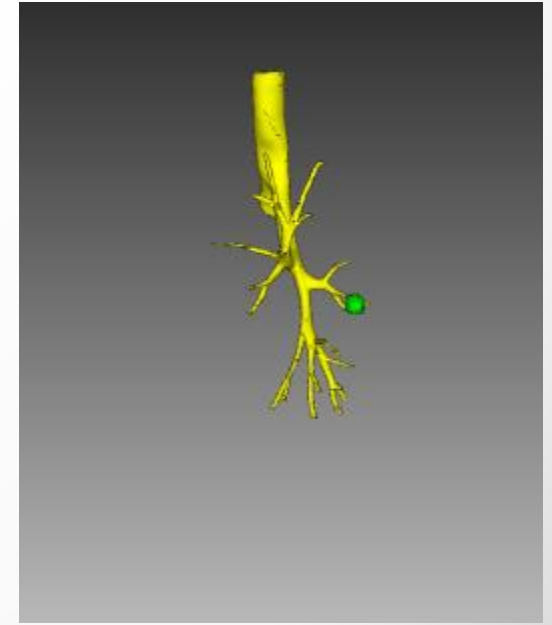
MPR MIP



VRT



3D-модель



# Необходимая информация для хирурга

- Количество выявленных узловых образований в легких
- Размеры
- Локализация
- Взаимоотношения с окружающими анатомическими структурами
- Бронхо- и ангиоархитектоника в области планируемого  
оперативного вмешательства

## Preoperative assessment of the pulmonary artery by three-dimensional computed tomography before video-assisted thoracic surgery lobectomy

Kenjiro Fukuhara<sup>\*</sup>, Akinori Akashi, Shigeru Nakane, Emiko Tomita

Department of General Thoracic Surgery, Takarazuka Municipal Hospital, 4-5-1 Kohama, Takarazuka, Hyogo 665-0827, Japan

Received 18 March 2008; received in revised form 4 July 2008; accepted 10 August 2008; available online 15 September 2008

doi: 10.5761/atcs.ra.12.02174

Review  
Article

## Three Dimensional Computed Tomography Lung Modeling is Useful in Simulation and Navigation of Lung Cancer Surgery

ORIGINAL ARTICLE

Ikeda, MD, PhD,<sup>1</sup> Akinobu Yoshimura, MD, PhD,<sup>2</sup> Masaru Hagiwara, MD,<sup>1</sup> Kata, MD, PhD,<sup>3</sup> and Hisashi Saji, MD, PhD<sup>1</sup>

European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 46 (2014) e120–e126  
doi:10.1093/ejcts/ezu375 Advance Access publication 23 October 2014

## High-quality 3-dimensional image simulation for pulmonary lobectomy and segmentectomy: results of preoperative assessment of pulmonary vessels and short-term surgical outcomes in consecutive patients undergoing video-assisted thoracic surgery<sup>†</sup>

Masaru Hagiwara<sup>a</sup>, Yoshihisa Shimada<sup>a,\*</sup>, Yasufumi Hironaka<sup>a</sup>, Hideyuki Furumoto<sup>a</sup>, Soichi Akata<sup>b</sup>, Masatoshi Kakihara<sup>c</sup>, Hisashi Saji<sup>c</sup> and Norihisa Akita<sup>d</sup>

Ann Thorac Cardiovasc Surg 2014; 20: 407–409

Online December 26, 2012  
doi: 10.5761/atcs.cr.12.02042

Case  
Report

## Computed Tomography Guided Thoracoscopic Segmentectomy for Lung Cancer with Variant Bronchus

Tadashi Akiba, MD, PhD, FACS,<sup>1</sup> Toshiaki Morikawa, MD, PhD,<sup>2</sup> Hideki Marushima, MD, PhD,<sup>1</sup> Takeo Nakada, MD,<sup>1</sup> Takuya Inagaki, MD,<sup>1</sup> and Takao Ohki, MD, PhD<sup>2</sup>





ELSEVIER

European Journal of Cardio-thoracic Surgery 34 (2008) 875–877

EUROPEAN JOURNAL OF  
CARDIO-THORACIC  
SURGERY

www.elsevier.com/locate/ejcts

## Preoperative assessment of the pulmonary artery by three-dimensional computed tomography before video-assisted thoracic surgery lobectomy

Kenjiro Fukuhara<sup>\*</sup>, Akinori Akashi, Shigeru Nakane, Emiko Tomita

Department of General Thoracic Surgery, Takarazuka Municipal Hospital, 4-5-1 Kohama, Takarazuka, Hyogo 665-0827, Japan

Received 18 March 2008; received in revised form 4 July 2008; accepted 14 July 2008; Available online 15 August 2008

doi: 10.5761/atcs.ra.12.02174

# 139/146

Review  
Article

## Three Dimensional Computed Tomography Lung Modeling is Useful in Simulation and Navigation of Lung Cancer Surgery

Table 1  
Comparison between 3D-CT angiography and intraoperative findings of PA branches

Side of thoracotomy	No. of patients	No. of PA branches		Identification rate (%)
		Preoperative 3D-CT	Operative findings	
Right	28	63	67	94.0
Left	21	76	79	96.2
Total	49	139	146	95.2

Hisashi Saji<sup>†</sup> and Norihiko Ikehata  
Case  
Report

doi: 10.5761/atcs.ct.12.02042

## Computed Tomography Guided Thoracoscopic Segmentectomy for Lung Cancer with Variant Bronchus

Tadashi Akiba, MD, PhD, FACS,<sup>1</sup> Toshiaki Morikawa, MD, PhD,<sup>2</sup> Hideki Marushima, MD, PhD,<sup>1</sup> Takeo Nakada, MD,<sup>1</sup> Takuya Inagaki, MD,<sup>1</sup> and Takao Ohki, MD, PhD<sup>2</sup>

## Preoperative assessment of the pulmonary artery by three-dimensional computed tomography before video-assisted thoracic surgery lobectomy

Kenjiro Fukuhara<sup>\*</sup>, Akinori Akashi, Shigeru Nakane, Emiko Tomita

Department of General Thoracic Surgery, Takarazuka Municipal Hospital, 4-5-1 Kohama, Takarazuka, Hyogo 665-0827, Japan

Received 18 March 2008; received in revised form 4 July 2008; accepted 10 August 2008; Ann Thorac Cardiovasc Surg 2013; 19: 1–5

doi: 10.5761/atcs.ra.12.02174

Review  
Article

## Three Dimensional Computed Tomography Lung Modeling is Useful in Simulation and Navigation of Lung Cancer Surgery

ORIGINAL ARTICLE

Ikeda, MD, PhD,<sup>1</sup> Akinobu Yoshimura, MD, PhD,<sup>2</sup> Masaru Hagiwara, MD,<sup>1</sup> Kata, MD, PhD,<sup>3</sup> and Hisashi Saji, MD, PhD<sup>1</sup>

European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 46 (2014) e120–e126  
doi:10.1093/ejcts/ezu375 Advance Access publication 23 October 2014

## High-quality 3-dimensional image simulation for pulmonary lobectomy and segmentectomy: results of preoperative assessment of pulmonary vessels and short-term surgical outcomes in consecutive patients undergoing video-assisted thoracic surgery<sup>†</sup>

Masaru Hagiwara<sup>a</sup>, Yoshihisa Shimada<sup>a,\*</sup>, Yasufumi Hironaka<sup>a</sup>, Hideyuki Furumoto<sup>a</sup>, Soichi Akata<sup>b</sup>, Masatoshi Kakihara<sup>c</sup>, Hisashi Saji<sup>c</sup> and Norihisa Akita<sup>d</sup>

Ann Thorac Cardiovasc Surg 2014; 20: 407–409

Online December 26, 2012  
doi: 10.5761/atcs.cr.12.02042

Case  
Report

## Computed Tomography Guided Thoracoscopic Segmentectomy for Lung Cancer with Variant Bronchus

Tadashi Akiba, MD, PhD, FACS,<sup>1</sup> Toshiaki Morikawa, MD, PhD,<sup>2</sup> Hideki Marushima, MD, PhD,<sup>1</sup> Takeo Nakada, MD,<sup>1</sup> Takuya Inagaki, MD,<sup>1</sup> and Takao Ohki, MD, PhD<sup>2</sup>

**Table 3:** Identification rate of the 3D imaging in pulmonary artery branches according to type of surgery

Variables	No. of patients (%)	No. of PABs involved in resection		Identification rate (%)		Undetected PABs (no. of patients)
		3D images	Surgical findings	A per-vessel basis	A per-patient basis	
Overall	124 (100)	309	316	97.8	94.4	1 mm (1)/2 mm (6)
Type of surgery						
Right upper lobectomy	38 (31)	84	89	94.4	86.8	1 mm (1)/2 mm (4)
Right middle lobectomy	13 (10)	24	24	100	100	-
Right lower lobectomy	27 (22)	55	55	100	100	-
Right middle and lower lobectomy	1 (1)	2	2	100	100	-
Left upper lobectomy	26 (21)	99	101	98.0	92.3	2 mm (2)
Left lower lobectomy	14 (11)	33	33	100	100	-
Segmentectomy	5 (4)	12	12	100	100	-
Uncommon PAB pattern	15 (12)	50	50	100	100	-

PABs: pulmonary artery branches.

.02174

European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 46 (2014) e120–e126  
doi:10.1093/ejcts/ezu375 Advance Access publication 23 October 2014

**ORIGINAL ARTICLE**

Ikeda, MD, PhD,<sup>1</sup> Akinobu Yoshimura, MD, PhD,<sup>2</sup> Masaru Hagiwara, MD,<sup>1</sup>  
Akita, MD, PhD,<sup>3</sup> and Hisashi Saji, MD, PhD<sup>1</sup>

**High-quality 3-dimensional image simulation for pulmonary lobectomy and segmentectomy: results of preoperative assessment of pulmonary vessels and short-term surgical outcomes in consecutive patients undergoing video-assisted thoracic surgery<sup>†</sup>**

Masaru Hagiwara<sup>a</sup>, Yoshihisa Shimada<sup>a\*</sup>, Yasufumi Kato<sup>a</sup>, Kimitoshi Nawa<sup>a</sup>, Yojiro Makino<sup>a</sup>,  
Hideyuki Furumoto<sup>a</sup>, Soichi Akata<sup>b</sup>, Masatoshi Kakihana<sup>a</sup>, Naohiro Kajiwara<sup>a</sup>, Tatsuo Ohira<sup>a</sup>,  
Hisashi Saji<sup>c</sup> and Norihiko Ikeda<sup>a</sup>

**309/316**

Online December 26, 2012  
doi: 10.5761/atcs.cr.12.02042

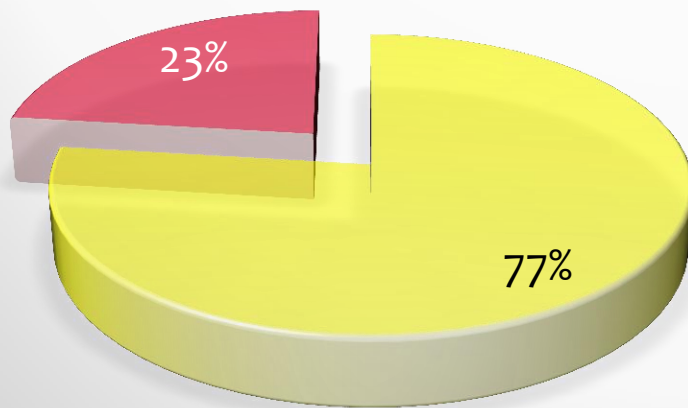
**Computed Tomography Guided Thoracoscopic Segmentectomy for Lung Cancer with Variant Bronchus**

Tadashi Akiba, MD, PhD, FACS,<sup>1</sup> Toshiaki Morikawa, MD, PhD,<sup>2</sup> Hideki Marushima, MD, PhD,<sup>1</sup> Takeo Nakada, MD,<sup>1</sup> Takuya Inagaki, MD,<sup>1</sup> and Takao Ohki, MD, PhD<sup>2</sup>

# Материалы и методы

61 сегментэктомия/52 пациента

■ Метастазы ■ НКРЛ IA



32/27 верхние  
29/25 нижние

# Материалы и методы

- Сканнер Toshiba Aquilion Prime (80 рядов): 100 kV, <sup>SURE</sup>Exposure 3D SD 12,50, коллимация 80x0,5мм, время ротации 0,35, питч-фактор 1,388, AIDR 3D, реконструкция 1,0мм/0,8мм, фильтр Body Std. Volume
- Двухколбовый инжектор Stellant MedRad  
KB - 370-400 мг йода/мл, объем 60/30мл NaCl 0,9%, скорость 5мл/с
- *Модификация двухфазной МСКТ-ангиопульмонографии*  
*<sup>SURE</sup>Start ROI на просвет ВПВ (voice timing 3 с, триггер +140 HU)*  
*вторая фаза- через 10 с после окончания первой*

# Материалы и методы



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 600 282** <sup>(13)</sup> **C2**

(51) МПК  
*A61B 6/03* (2006.01)  
*G06T 15/00* (2011.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015124346/14, 23.06.2015

(24) Дата начала отчета срока действия патента:  
23.06.2015

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 23.06.2015

(43) Дата публикации заявки: 20.11.2015 Бюл. № 32

(45) Опубликовано: 20.10.2016 Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: NISHIYAMA H et al. Separation of  
pulmonary artery and pulmonary vein using 2-  
phase chest CT for video-assisted thoracic  
lobectomy// ECR 2013, C-1396. RU 2532882 C1,  
10.11.2014. US 2010011386 A1, 06.05.2010. US  
20070167718 A1, 19.07.2007. FALCHINI M et al.  
3-D Segmentation Algorithm of Small Lung  
Nodules in Spiral CT Images// IEEE  
TRANSACTIONS ON INFORMATION  
TECHNOLOGY IN BIOMEDICINE, VOL. 12,  
NO. 1, JAN 2008, pp.7-19.

Адрес для переписки:  
125284, Москва, 2-й Боткинский пр-д, 3,  
Московский научно-исследовательский  
онкологический институт имени П.А. Герцена  
- филиал ФГБУ "НМИРЦ" Министерства  
здравоохранения Российской Федерации

(72) Автор(ы):

Каприн Андрей Дмитриевич (RU),  
Рубцова Наталья Алефтиновна (RU),  
Халимов Александр Игоревич (RU),  
Пузаков Кирилл Борисович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение "Национальный медицинский  
исследовательский радиологический центр"  
Министерства здравоохранения Российской  
Федерации (ФГБУ "НМИРЦ" Минздрава  
России) (RU)

(54) СПОСОБ ПЛАНИРОВАНИЯ АНАТОМИЧЕСКИХ СУБЛОБАРНЫХ РЕЗЕКЦИЙ ЛЕГКИХ У БОЛЬНЫХ С ПЕРИФЕРИЧЕСКИМИ ОБЪЕМНЫМИ ОБРАЗОВАНИЯМИ НА ОСНОВЕ КТ-АНГИОПУЛЬМОНОГРАФИИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицине, лучевой диагностике и может применяться в рамках персонализации в планировании хирургического приема у больных с периферическими объемными образованиями легких (ООЛ). Способ трехмерной реконструкции бронхосудистых структур у больных с ООЛ на основе КТ-ангиопульмонографии включает проведение КТ в режиме двухфазного спирального сканирования. Скан болус-трекинга устанавливают на уровне, соответствующем нижнему контуру дуги аорты.

Выделяют фрагмент аксиальной томограммы (ROI), где будут отслеживать плотность в режиме реального времени, в области просвета верхней полой вены, на уровне ее максимального диаметра, с сохранением автоматического старта сканирования во время первой фазы при достижении внутри ROI значений коэффициента ослабления рентгеновского излучения (KO) +140HU. При локализации ООЛ в верхних отделах легких сканирование производят в краниокаудальном направлении, при локализации

RU 2 600 282 C 2

RU 2 600 282 C 2

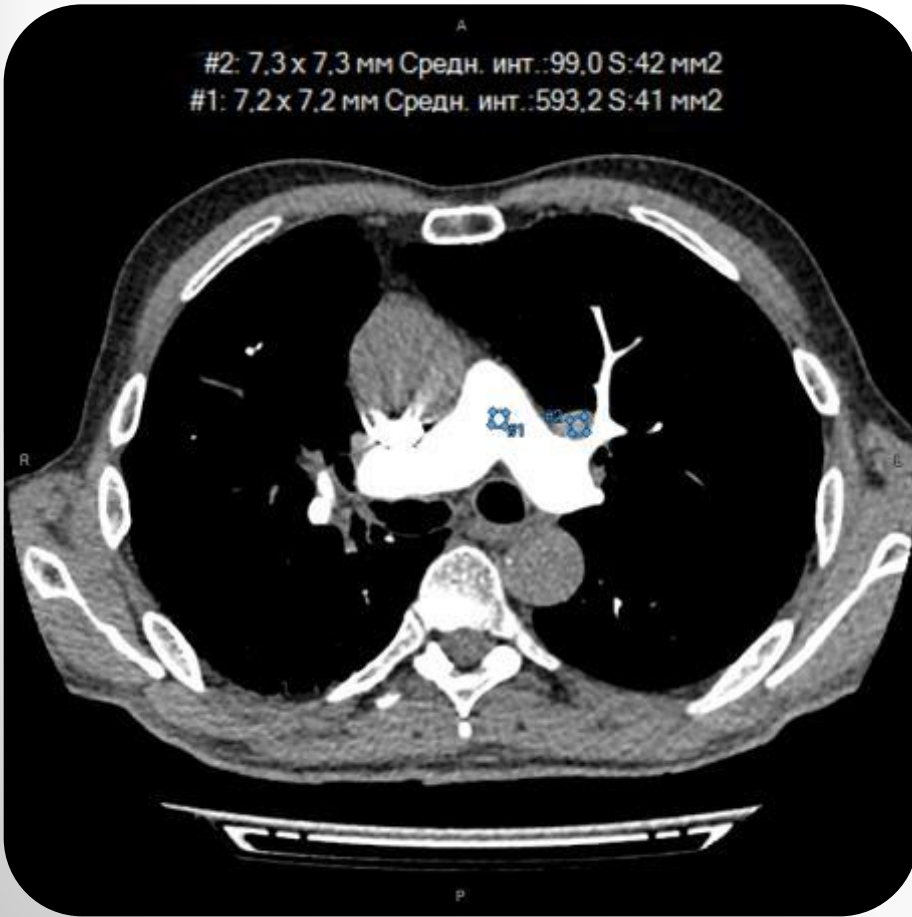
# Некоторые методики сосудистой сепарации с использованием КТ-ангиопульмографии

Авторы	Публикация	Основа методики
Н. Moriya	3DCTA for Pulmonary Artery/Vein Separation - Simulation Prior to Lung Lobectomy by Thoracoscopic Surgery (poster ECR 2013)	Использование тест-болюса, расчет индивидуального времени задержки
Н. Nishiyama, К. Omoto, Y. Nishiyama, Т. Matsuda, Т. Kido, Н. Tagashira, М. Yoshimoto, Т. Mochizuki	Toon/JP Separation of Pulmonary Artery and Pulmonary Vein Using 2-Phase Chest CT for Video-Assisted Thoracic Lobectomy (poster ECR 2013)	Динамическое импульсное сканирование с использованием 320-рядной детекторной системы

# Myrian v1.18 (Intrasense)

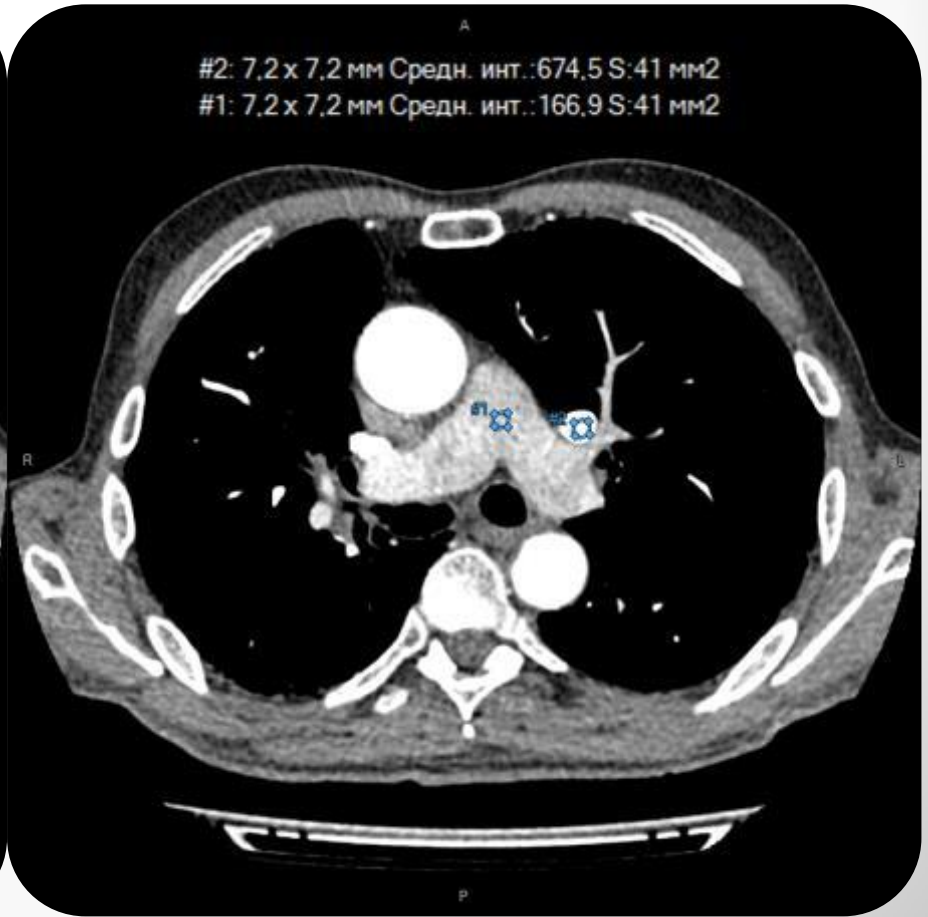
Pulmo phase

#2: 7,3 x 7,3 мм Средн. инт.: 99,0 S: 42 мм2  
#1: 7,2 x 7,2 мм Средн. инт.: 593,2 S: 41 мм2



Aortic phase

#2: 7,2 x 7,2 мм Средн. инт.: 674,5 S: 41 мм2  
#1: 7,2 x 7,2 мм Средн. инт.: 166,9 S: 41 мм2

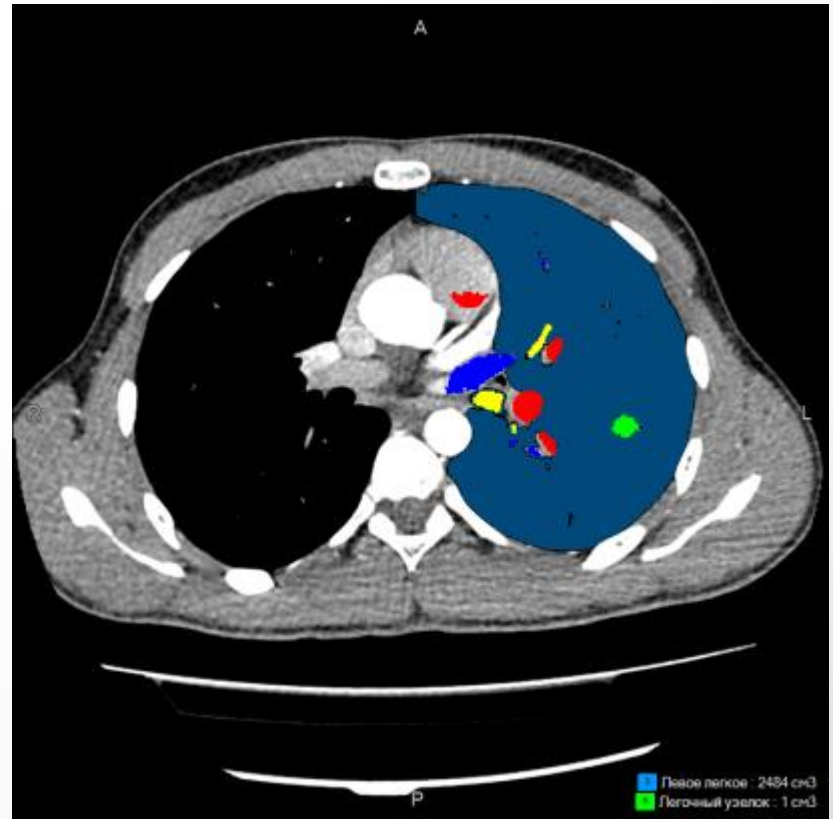




## Pulmo phase

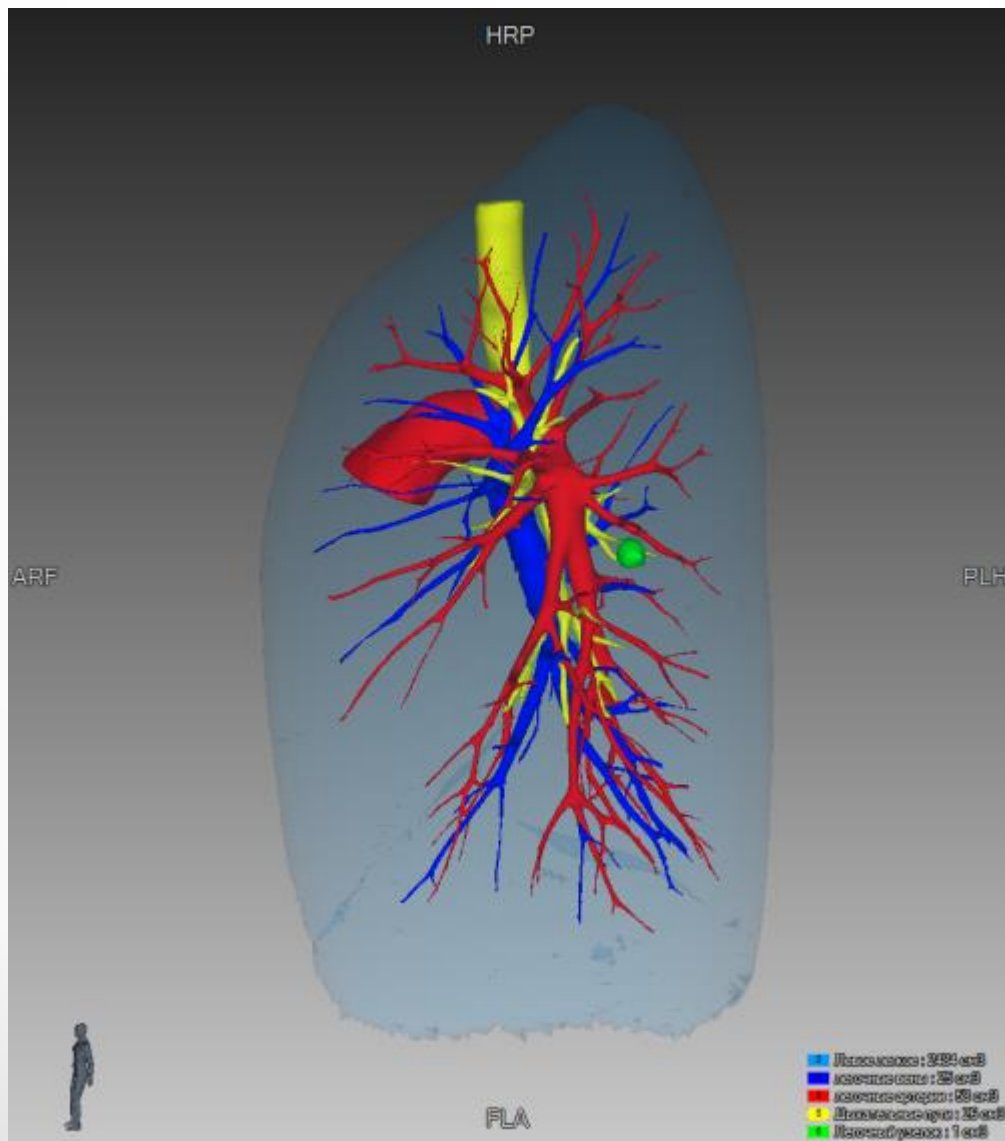


## Aortic phase



15-20 МИН

# 3D-модель



## Собственные результаты

Оперируемая доля	Количество операций	Количество обнаруженных ВЛА*		Частота выявления ВЛА* на 3D моделях (%)
		При 3D-моделировании	При хирургической ревизии	
Правая верхняя	16	66	71	92,9
Правая нижняя	15	64	64	100
Левая верхняя	16	66	69	95,6
Левая нижняя	14	57	57	100
Общее	52	253	261	96,9

\*ВЛА – ветви легочных артерий

## Собственные результаты

Оперируемая доля	Количество операций	Количество обнаруженных ВЛА*		Частота выявления ВЛА* на 3D моделях (%)
		При 3D-моделировании	При хирургической ревизии	
Правая верхняя	16	66	71	93,9
Правая нижняя	5	6	64	100
Левая верхняя	16	66	69	95,6
Левая нижняя	14	57	57	100
Общее	52	253	261	96,9

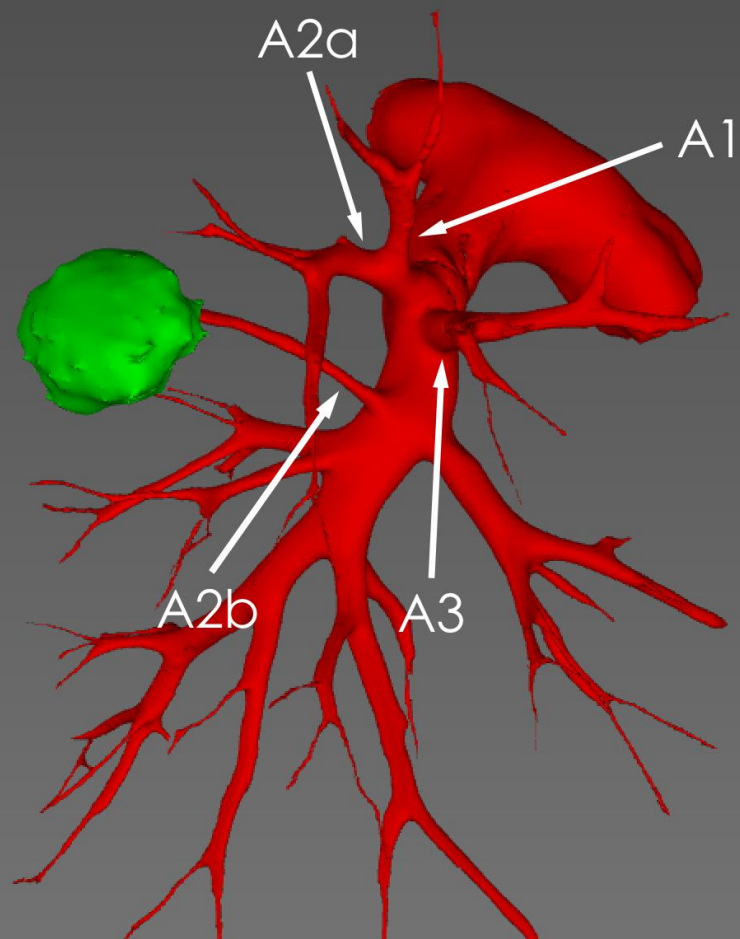
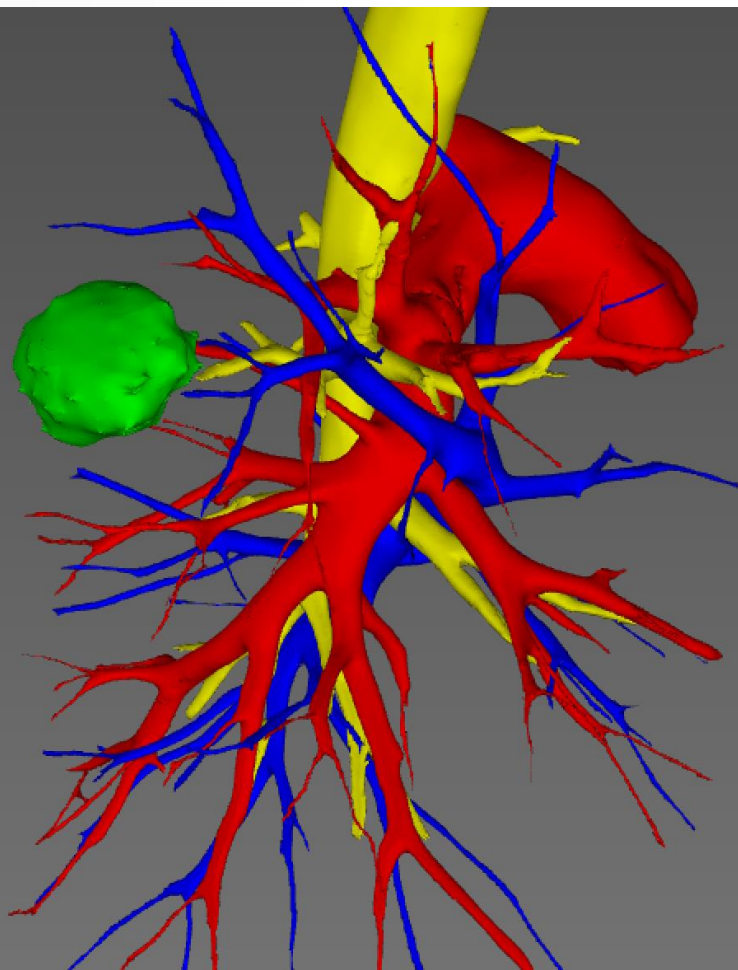
**ЛОЖНООТРИЦАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

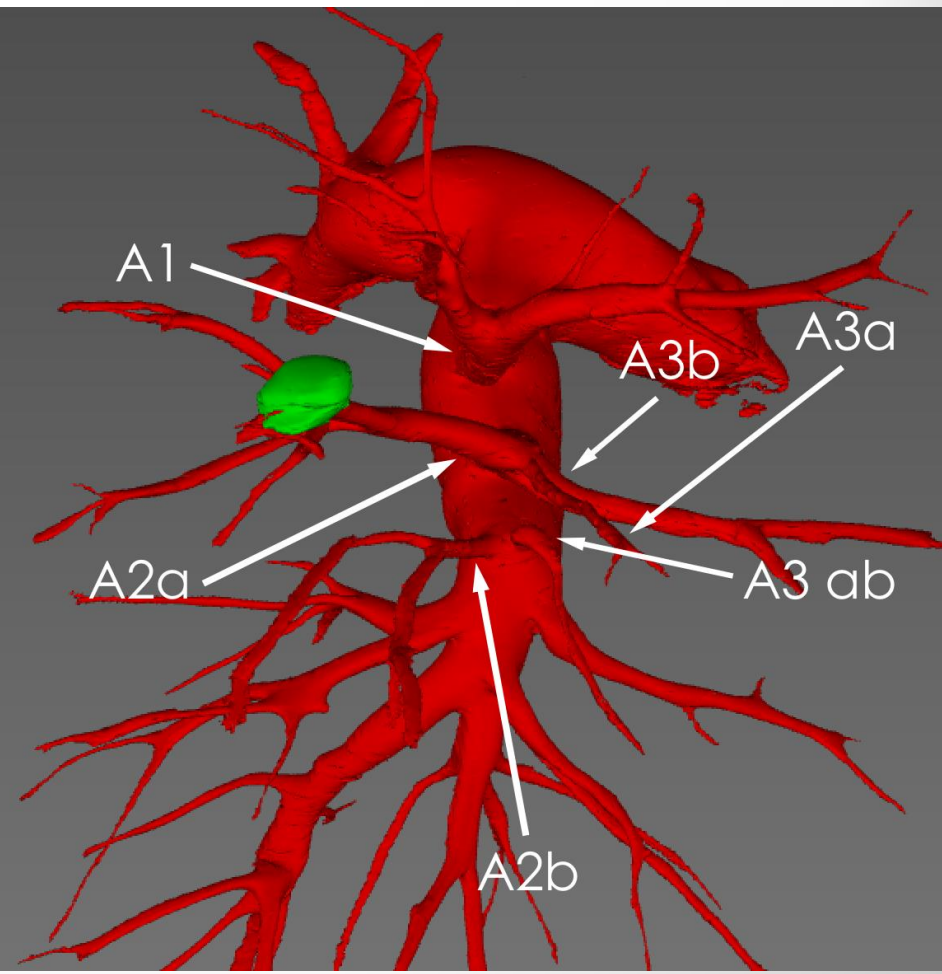
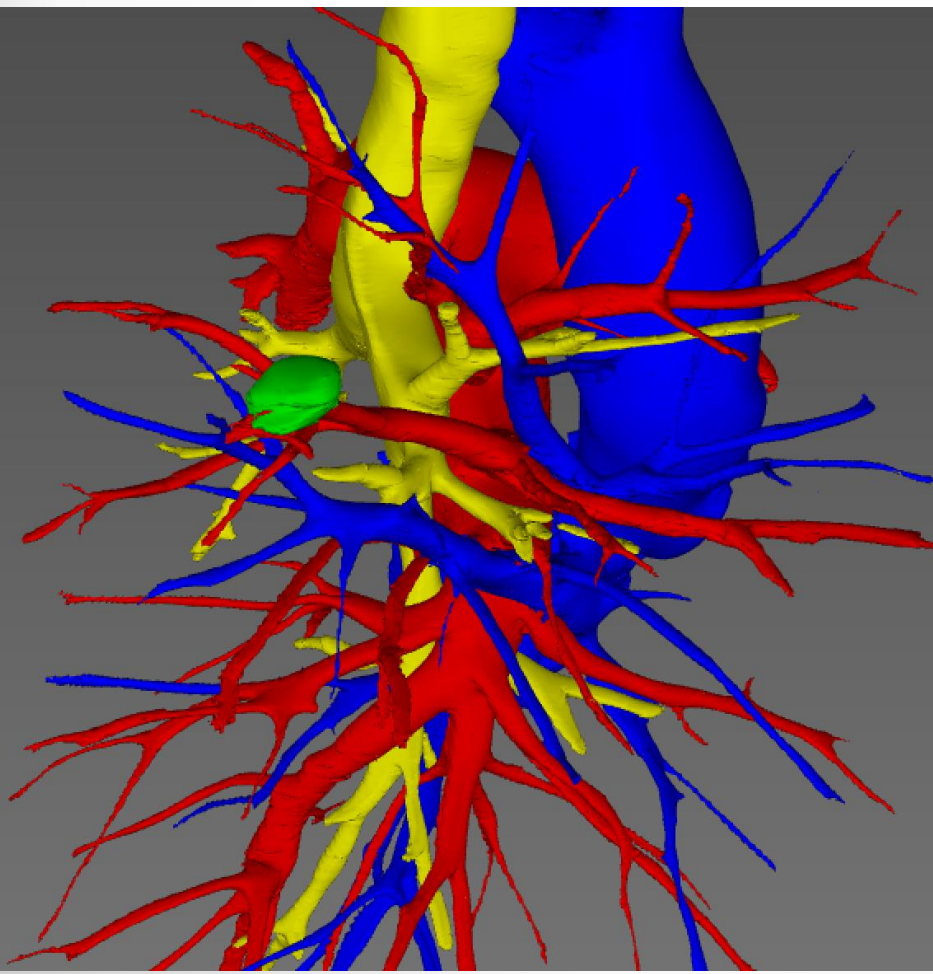
**ДИАМЕТР ВЛА 1-2ММ**

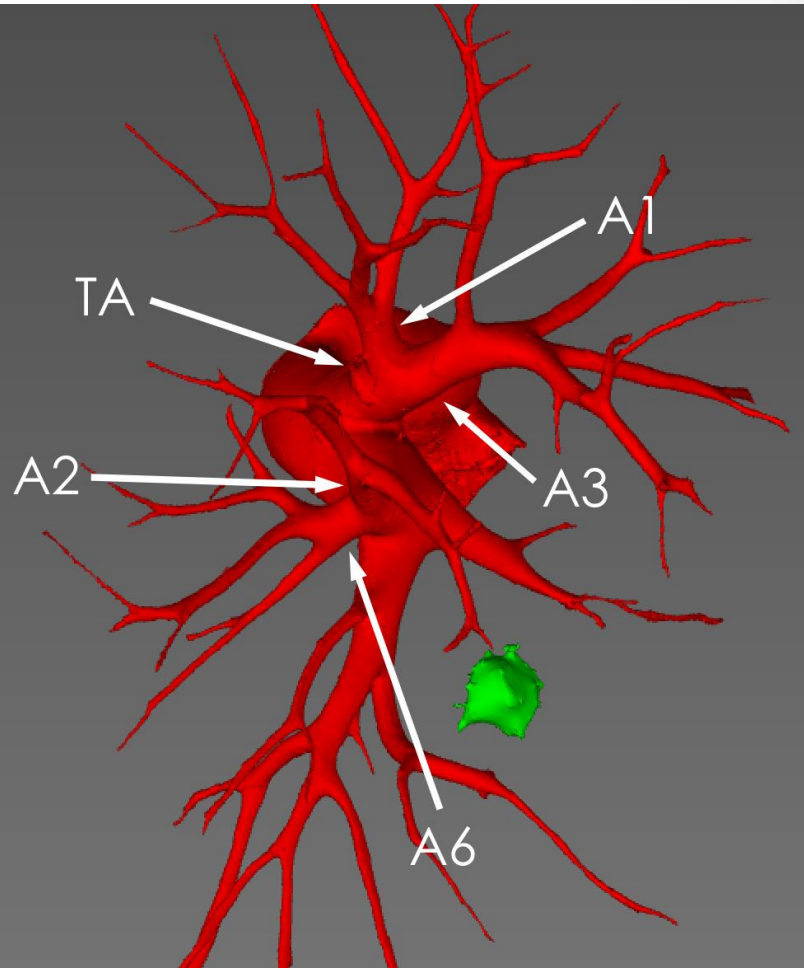
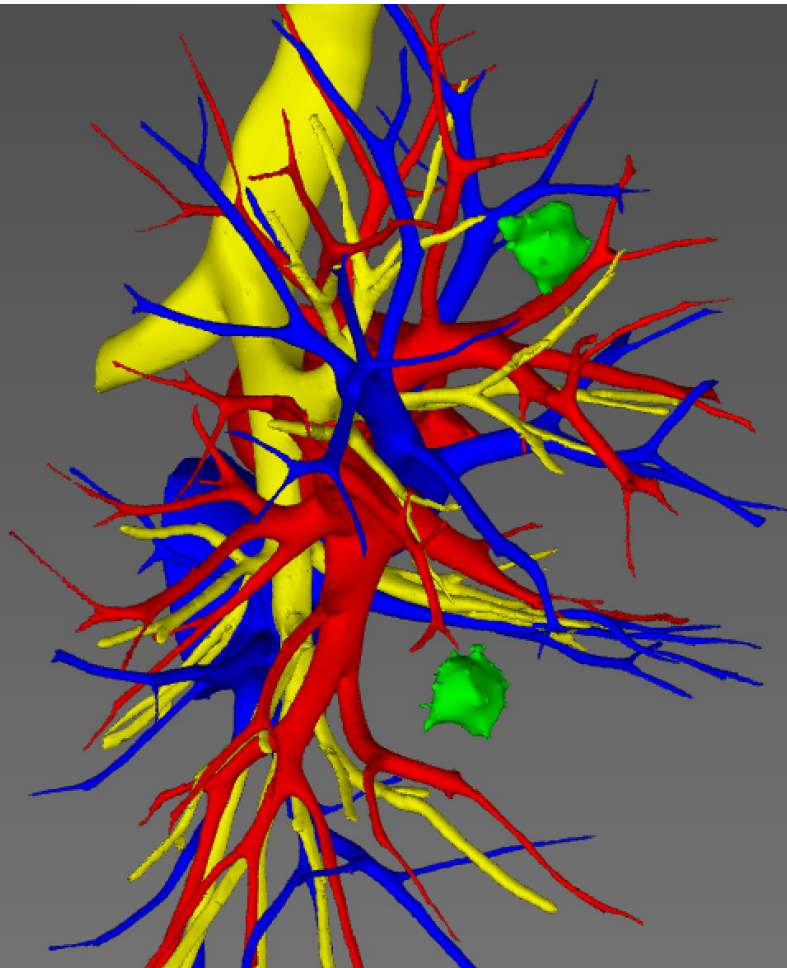
\*ВЛА – ветви легочных артерий

# Преимущества сегментэктомии с использованием трехмерного моделирования

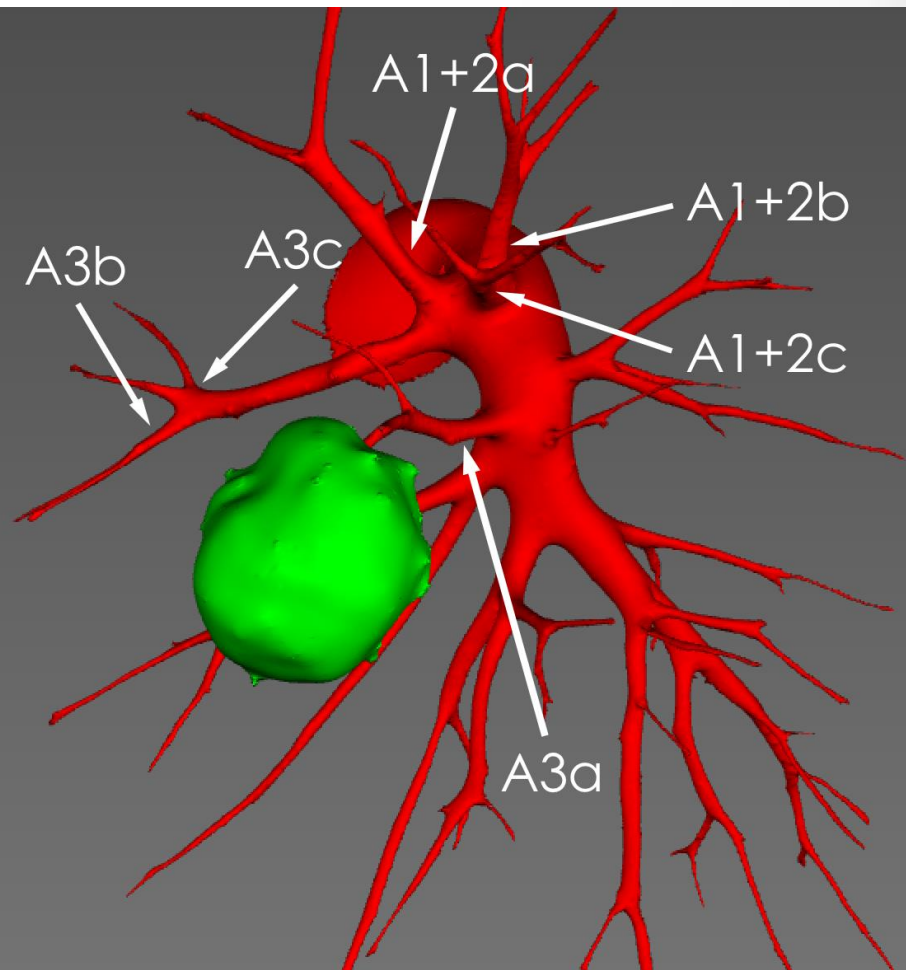
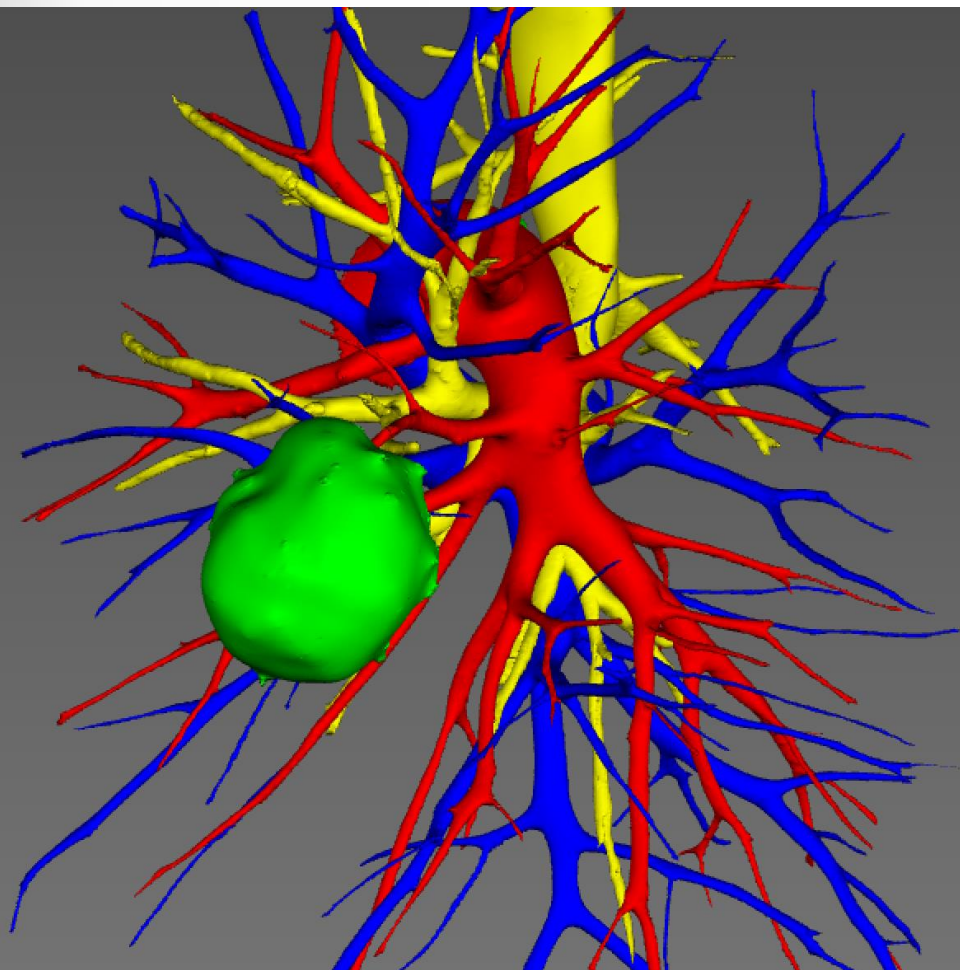
- Более щадящий хирургический доступ
- Возможность более щадящего объема вмешательства

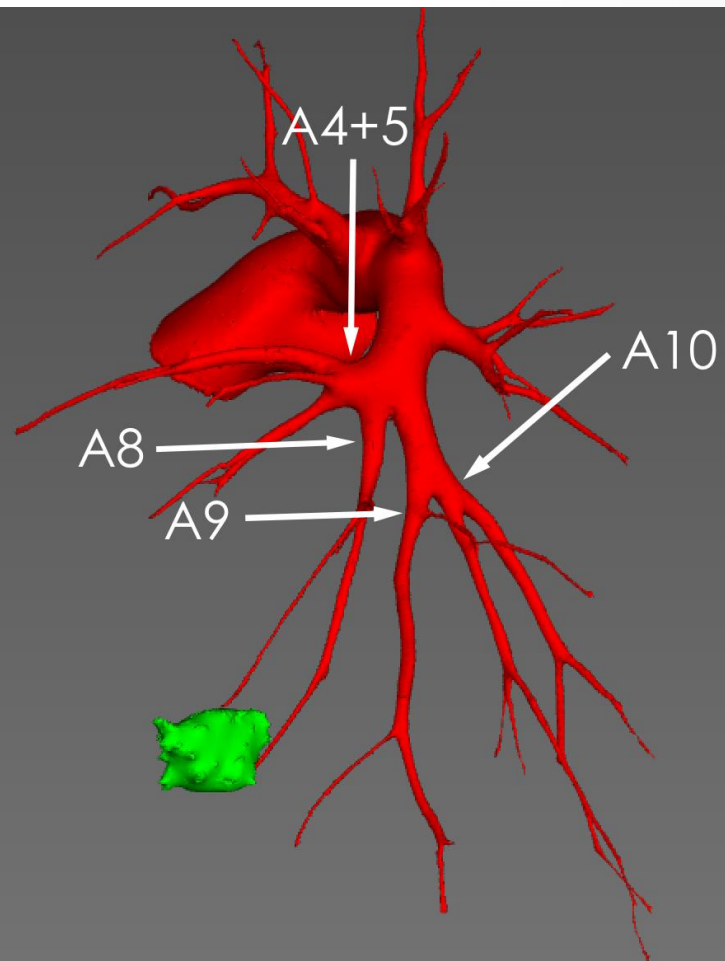
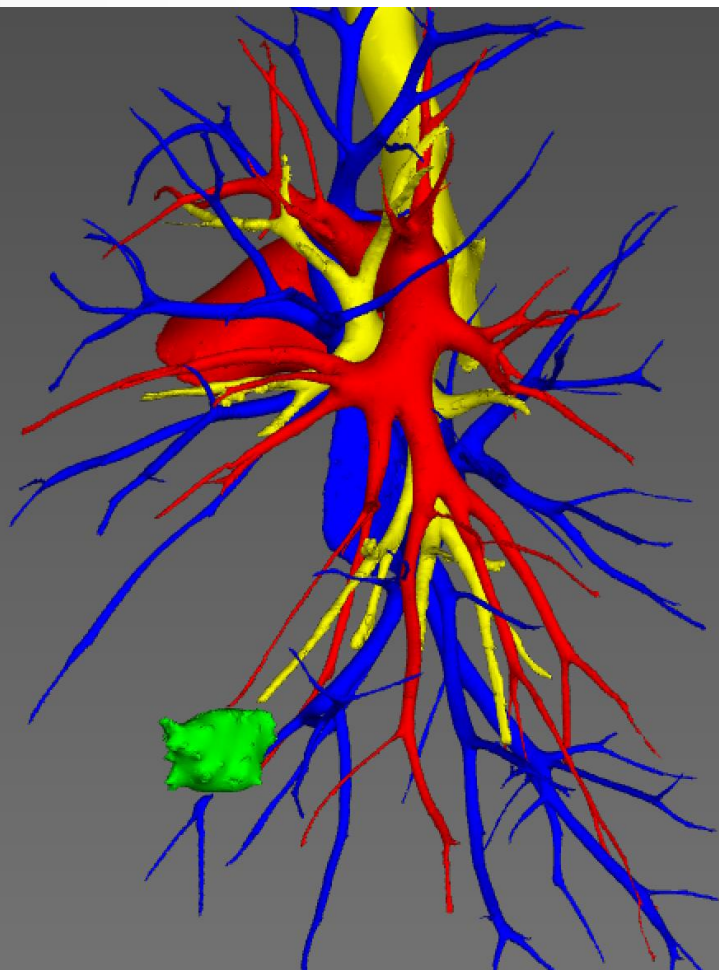












## Заключение

3D - моделирование легочных сосудов рекомендовано для эффективного планирования сублобарных анатомических резекций у пациентов с периферическими новообразованиями легких, особенно, в случае использования видеоассистированной техники.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**