

МИНИИНВАЗИВНАЯ ХИРУРГИЯ ЛЕГКИХ. ОТ ВИДЕОТОРАКОСКОПИИ К РОБОТ-АССИСТИРОВАННЫМ ОПЕРАЦИЯМ

Аблицов А.Ю.*, Аблицов Ю.А., Василашко В.И., Орлов С.С., Насонов С.Н.
Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова, Москва

УДК: 616.24/25-089.819
DOI: 10.25881/BPNMSC.2018.57.76.025

Резюме. В статье представлен обзор современных тенденций в мининвазивной хирургии лёгких. Обзор включает видеоторакоскопические и роботассистированные операции при злокачественных опухолях лёгких.

Ключевые слова: лёгкое, рак лёгкого, видеоторакоскопические операции, роботассистированные операции.

С момента возникновения в начале прошлого века мининвазивная торакальная хирургия (МТХ) прошла долгий путь становления. Ее основоположником считают профессора Каролинского университета Н.С. Jacobaeus, который в 1910 году впервые в клинической практике осмотрел плевральную полость у больного туберкулезом. Для этого он применил цистоскоп, сконструированный в 1897 году урологом из Берлина М. Nitze. Обследование плевральной полости Н.С. Jacobaeus назвал торакоскопией [30]. В 1921 году он же выполнил первую торакоскопическую операцию – пересечение спаек в плевральной полости с целью создания искусственного пневмоторакса у больных туберкулезом легких [31].

До середины XX века торакоскопия широко применялась при туберкулезе для наложения искусственного пневмоторакса, однако открытие в 1943 году З.Ваксманом с сотрудниками стрептомицина с последующим формированием современной этиотропной химиотерапии туберкулеза привели к отказу от коллапотерапии для лечения туберкулеза легких и снижению числа торакоскопических операций. Возрождение интереса к диагностическим торакоскопическим вмешательствам связано с публикациями зарубежных пульмонологов в семидесятых-восьмидесятых годах прошлого века. В 1978 году J.Swierenga выпустил первый цветной атлас по торакоскопии при пневмотораксе, опухолях средостения и грудной стенки. Аналогичные работы были опубликованы и другими авторами. Среди диагностических торакоскопических вмешательств стали широко применяться методы установления диагноза болезней легких и плевры на морфологическом уровне: биопсия плевры, легкого, лимфатических узлов средостения и т.д. Появились сообщения о применении торакоскопии для удаления небольших доброкачественных опухолей легкого и плевры, кист средостения, фенестрации перикарда, плевродеза.

MINIMALLY INVASIVE LUNG SURGERY. FROM VIDEOTHORACOSCOPY TO ROBOTIC-ASSISTED OPERATIONS

Ablitsov A.Yu.*, Ablitsov Yu.A., Vasilashko V.I., Orlov S.S., Nasonov S.N.

Federal State Public Institution «National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation

Abstract. The article presents an overview of current trends in minimally invasive lung surgery. The review includes video-assisted surgery and robot-assisted surgery for malignant lung tumors.

Keywords: Lung, lung cancer, VATS, robot-assisted surgery.

Настоящей революцией в торакальной хирургии стало появление нового направления – видеоторакоскопической хирургии (ВТС) [7; 8]. ВТС операции получили распространение с начала 90-х годов после внедрения в хирургическую практику лапароскопических эндоскопических вмешательств. Благодаря бурному развитию хирургических технологий, появлению видеосистем с возможностью передачи изображения операционного поля на монитор с высокой четкостью и специального инструментария, включающего эндостеплеры, эндоскопическая хирургия стала основным перспективным направлением. Внедрение в общую практику новой эндоскопической технологии в корне изменило представление о диагностических и лечебных возможностях хирургических вмешательств на органах грудной клетки.

Первые сообщения о ВТС операциях были опубликованы в начале 90-х годов, и уже в 1993 г. М. Маск с соавт. высказал мнение, что до 70% торакальных операций могут быть выполнены с использованием новых видеотехнологий. Преимуществом новой технологии явилось доказанное многими работами снижение операционной травмы по сравнению с открытыми стандартными вмешательствами, которое в свою очередь приводит к уменьшению послеоперационных болей, снижению частоты послеоперационных осложнений, сокращению периода интенсивной терапии и сроков госпитализации, лучшему косметическому эффекту и более раннему возвращению оперированных больных к профессиональной деятельности.

За прошедшие почти три десятилетия с момента первых ВТС вмешательств эти операции широко применяются во многих лечебных учреждениях нашей страны. Непрерывное совершенствование инструментария способствует расширению спектра применения

* e-mail: ablisovAU@pirogov-center.ru

ВТС в хирургии органов грудной клетки, снижению числа абсолютных противопоказаний к выполнению ВТС вмешательств.

В последние годы возросла роль МИТ в хирургии рака легкого. Многочисленные публикации подтверждают преимущества МИТ по сравнению с открытой хирургией, особенно на ранних стадиях [1–3; 6; 8; 14; 16; 51; 52]. Стандартом лечения периферического рака легкого является лобэктомия с лимфодиссекцией, хотя на ранних стадиях развития рака у пациентов с серьезными сопутствующими заболеваниями возможна операция меньшего объема: сегментэктомия или атипичная резекция [28; 51].

С 90-х годов прошлого века, с самого начала применения видеотехнологий в торакальной хирургии, в некоторых клиниках стали выполнять при раннем периферическом раке легкого ВТС лобэктомии. Первую ВТС лобэктомию выполнил в 1992 году G.C. Rovioaro [54]. В нашей стране это сделал Е.И. Сигал [7].

В период освоения новой технологии большинство онкологов сдержанно относились к ВТС лобэктомиям и пневмонэктомиям. Однако уже через несколько лет это скептическое отношение к хирургам, освоившим ВТС резекции легких, изменилось. Роль миниинвазивной хирургии в лечении рака легкого значительно возросла. Многие онкологи в нашей стране стали рекомендовать торакоскопическую лобэктомию для лечения больных раком легкого 1–2 стадии [1–3; 5–7].

В Федеральных клинических рекомендациях по диагностике и лечению рака легкого, 2016 сказано, что «торакоскопическая лобэктомия при НМРЛ I стадии не снижает степень радикальности (при соблюдении принципов хирургии в онкологии), сопровождается меньшей выраженностью болевого синдрома по сравнению с открытыми операциями и не уступает им в отдаленных результатах».

Международное общество миниинвазивных хирургов в 2007 году констатировало, что по сравнению с открытой операцией при ВТС лобэктомии снижаются боли в послеоперационном периоде и число осложнений, уменьшаются функциональные потери в раннем послеоперационном периоде [21]. Летальность аналогична летальным исходам открытых операций [24; 34; 37; 47–49; 67; 68]. Анализ отдаленных результатов операций показал, что не существует отличий в послеоперационной пятилетней выживаемости между ВТС и открытыми операциями [21; 29; 33]. В двух обзорах даже были представлены доказательства лучших отдаленных результатов после ВТС лобэктомии [66; 67]. В 2013 году общество торакальных хирургов США также рекомендовало больным немелкоклеточным раком с клинической стадией T1 миниинвазивную операцию (торакоскопическую лобэктомию), которая является более предпочтительной по сравнению с открытой операцией [20].

К противопоказаниям ВТС лобэктомии в настоящее время относят [28]:

- Опухоли T4;
- Опухоли больше 8 см;
- Необходимость бронхопластической операции.

В настоящее время существуют различные методики выполнения торакоскопических вмешательств в легочной хирургии. Их можно разделить на полностью торакоскопические, когда операции выполняют только через проколы грудной стенки, видеоассистированные, при которых дополнительно применяют мини-доступ, но не используют ранорасширитель, операции с видеосопровождением, когда мини-доступ расширяют, раздвигая ребра, и операцию выполняют через мини-доступ под контролем торакоскопа.

Lewis R.J. с соавт., 1992 описал технику ВТС лобэктомии с отдельной обработкой сосудов и бронхов аналогично открытой операции в положении больного на боку через 4 небольших разреза, не применяя ранорасширитель. Walker W. с соавт. предложил задний доступ для ВТС лобэктомии. Он оперировал, также не раздвигая ребер, в положении больного для задне-боковой торакотомии. Гибридную технику или операции с видеосопровождением развивали японские хирурги [43]. Они вводили торакоскоп в плевральную полость в 7-м или 8-м межреберьях по средней подмышечной линии, а выделение сосудов и бронха выполняли под прямым контролем через миниторакотомию 4–10 см длиной в 4-м межреберье.

Особое место занимает однопортовая технология, предложенная в 2004 году G.Rocco с соавт. [53] Через разрез в 1–1,5 см с помощью специальных инструментов он выполнял атипичные резекции легкого. В 2011 году D. Gonzales-Rivas с соавт. впервые применил однопортовую технологию для ВТС лобэктомии. Совершенство техники операции, в дальнейшем он выполнил через один мини-разрез лобэктомию с циркулярной резекцией главного бронха, пневмонэктомию и даже резекцию бифуркации трахеи [26; 27]. Сторонники однопортовой технологии считают, что одного разреза длиной 3–5 см в 5-м межреберье достаточно, чтобы с помощью специальных инструментов выполнить радикальную операцию при раке легкого, что позволяет уменьшить боли после операции и способствует более раннему восстановлению больных, не оказывая влияния на отдаленный результат [26; 55; 58]. По мнению противников возрастает риск осложнений, а необходимость использования специальных инструментов увеличивает расходы. Однако сравнительные исследования Abouarab A.A. с соавт. [12] и Sihoe A.D. [59] показали безопасность и эффективность новой технологии.

Несмотря на преимущества ВТС технологий сохраняется скептицизм по поводу радикальности этих вмешательств при раке. Одним из критериев радикальности операции считается число удаленных лимфоузлов.

В нескольких исследованиях было показано, что при ВТС лобэктомии было удалено меньше лимфоузлов, чем при открытой операции. Однако в более поздних работах Wang B.Y. с соавт. [65] и Liu C.C. с соавт. [35] сообщили о большем числе удаленных узлов при однопортовой технологии.

Мировой опыт ВТС операций достаточно большой, тем не менее, несмотря на очевидные преимущества торакоскопическая лобэктомия не получила широкого распространения, торакальное хирургическое сообщество относительно медленно внедряет миниинвазивные технологии в практику. Большинство операций при раке легкого по-прежнему выполняется открытым способом через торакотомию [48; 51]. Опрос среди европейских торакальных хирургов, проведенный в 2008 году, показал, что только 5% лобэктомий выполняются торакоскопически. Хотя есть отдельные центры в Европе, где до 50% больных раком легкого оперируют с применением МИТ. По данным зарубежной литературы в настоящее время более 70% рака легких I стадии все еще выполняется по открытой (классической) методике. В США по данным Общества торакальных хирургов только 45% лобэктомий выполняют видеоторакоскопически.

Задержка с широким внедрением в практику ВТС лобэктомии связана, по мнению многих хирургов, с отсутствием восприятия глубины и объема, затруднением маневренности инструментов из-за жесткости грудной стенки, использованием длинных инструментов, ограничивающих легкость манипулирования в плевральной полости, что не позволяет выполнить сложные операции, связанные с наложением швов на культю бронха, наложением межбронхиального анастомоза и другие. Только некоторым хирургам удается это сделать. Кроме того, возможность массивного кровотечения и невозможность остановки его торакоскопически не способствовала принятию многими хирургами ВТС лобэктомии.

Внедрение в практику торакальной хирургии роботизированного хирургического комплекса Да Винчи (РХК) с трехмерной (3D) визуализацией с увеличением и точными, без физиологического тремора рук, интуитивными движениями уникальных инструментов при улучшенной эргономике хирурга помогло преодолеть эти ограничения и позволило хирургу выполнять операцию фактически «руками», но без стандартной торакотомии или стернотомии [4; 10; 11]. Робот-ассистированная (РА) торакальная хирургия – дальнейшее развитие ВТС вмешательств.

РХК Да Винчи оснащен уникальными инструментами EndoWrist®. Эти инструменты один из ключевых компонентов РА хирургии. Они схожи с человеческой рукой, однако, имеют больший объем движений, значительно превосходя её в степенях свободы и в гибкости. Движения рук хирурга, передаются к инструментам после обработки компьютером.

Сравнение РАО со стандартной (открытой) методикой показывает преимущества по ряду показателей первой:

1. Уменьшение травматизации тканей благодаря прецизионному оперированию;
2. Комфортное расположение хирурга;
3. Сокращение хирургической бригады;
4. Отличная визуализация;
5. Отсутствие тремора;
6. Уменьшение болей в послеоперационном периоде;
7. Сокращение койко-дня;
8. Снижение кровопотери;
9. Более быстрое восстановление и возвращение к нормальной деятельности;
10. Косметичность операции.

Относительные недостатки:

1. Увеличение длительности оперативного вмешательства;
2. Высокая стоимость оборудования и расходного материала;
3. Возможность конверсии (аналогично торакоскопической технологии);
4. Отсутствие тактильной чувствительности (интуитивная хирургия).

За последние два десятилетия РА технологии получили широкое распространение в ведущих клиниках. По данным на 2016 год каждую минуту в мире выполняются операции на роботах Да Винчи.

Возросший интерес к РА торакальной хирургии связан с распространением технологии, хорошими ближайшими и отдаленными результатами сложных оперативных вмешательств, аналогичных результатам ВТС и открытой хирургии [64].

В торакальной миниинвазивной хирургии существует много различных доступов и положений больного на операционном столе. Они различаются в зависимости от расположения новообразования в легком, поэтому принципиально важным при выполнении РА операции является планирование доступа и положения больного. Большинство хирургов выполняют операции в положении больного для передне-боковой или боковой торакотомии. В настоящее время многие хирурги определяют положение больного на операционном столе в градусах. Так положение на спине соответствует 0 градусов, на боку – 90, а на животе – 180 градусам. При широких бедрах у женщин при боковом положении опускают ножной конец стола.

Решающее значение при выполнении торакальной РАО имеет расположение портов. Так же, как и при ВТС операциях, при планировании РАО хирург должен исходить из их треугольного расположения, причем торакопорт для видеокамеры должен располагаться на достаточном удалении от области операции. Дополнительные порты размещают по мере необходимости под контролем видеокамеры. Для коллабирования легкого и смещения средостения в контрлатеральную сторону некоторые хирурги инсуфлируют углекислый газ в

плевральную полость, поддерживая внутриплевральное давление на уровне 8–12 мм рт. ст. Инсуфляция углекислого газа позволяет увеличить свободное пространство в плевральной полости за счет коллабирования легкого, уменьшить колебания средостения при дыхании и улучшить обзор благодаря более быстрому удалению дыма из плевральной полости.

Первое сообщение о РА лобэктомиях появилось в 2002 году. Об этом сообщили Melfi F.M. с соавт. [38]. Операции 5 больным были выполнены в Университете Пизы в феврале 2001 года. В 2005 году Park B.J. с соавт. поделились опытом 34 РА лобэктомий при раннем раке легкого с технологией использования трех «рук» робота Да Винчи: 2 манипулятора и минидоступ 4 см [43]. 12% больных потребовалась конверсия. Среднее время операции составило 218 мин. Длительность госпитализации 4–5 дней (в диапазоне 2–14 дней). Летальных исходов не было. Авторы пришли к выводу о безопасности РА операции. Большинство публикаций в период освоения новой методики были посвящены преимуществам РАО в сравнении с открытой лобэктомией [32; 36; 61], хотя существенным сдерживающим фактором широкого распространения новой технологии было увеличение расходов на операции [36; 39; 61]. В 2009 году G.C. Veronesi с соавт. опубликовали результаты 54 РА лобэктомий, сравнив их с результатами 54 операций, выполненных из стандартной торакотомии [64]. При этой методике использовались все четыре «руки» робота. Анализ материала показал преимущества новой технологии по сравнению с открытыми операциями во времени госпитализации, числе осложнений при одинаковом числе удаленных лимфатических узлов [17; 64]. Авторы отметили, что лимфаденэктомию удобнее выполнять при РАО. На большую радикальность РА лобэктомии, что связано с лучшей видимостью и лучшей маневренностью инструментов, указали Ricciardi S. с соавт., 2018 и Toosi K. с соавт., 2016. В 2011 году Cerfolio R.J. с соавт. сравнили результаты 107 РА лобэктомий с 318 открытыми лобэктомиями и показали преимущества РАО: короткое время пребывания в больнице, низкий процент осложнений [17]. В 2011 году Dylewski с соавт. сообщили о 200 РА анатомических резекциях легких [23]. Длительность послеоперационной госпитализации составила 3 дня, средняя продолжительность операции 90 минут. Park B.J. с соавт. [59] изучили отдаленные результаты РА лобэктомий. Оказалось, что 5-летняя выживаемость больных после миниинвазивной РА операции по поводу рака легкого 1 стадии такая же, как при открытой операции – 80%. Аналогичные результаты приводят и другие хирурги, отмечая также, что при миниинвазивных операциях удается удалить больше лимфоузлов, чем при открытой [52; 62].

Ведущие зарубежные торакальные хирурги публикуют свои результаты операций при раке легкого с помощью РХК Да Винчи, разрабатывая различные методики их выполнения в зависимости от подхода к корню легкого, последовательности и объема лимфодис-

секции, выполнения всей операции только с помощью РХК или первым этапом с помощью РХК выделить сосуды и бронх, а закончить ее торакоскопически [17; 40; 43; 64]. Одни хирурги использовали три «руки» 4-х «рукого» робота, что позволяет ассистенту использовать дополнительный порт для помощи хирургу, другие все четыре «руки» робота. Преимуществом последней методики является, по мнению G.C. Veronesi с соавт., возможность хирурга выделять сосуды и бронх, выполнять лимфодиссекцию самостоятельно, не прибегая к помощи ассистента [63]. Опыт 353 анатомических РА резекций легкого позволяет этим авторам считать данную методику наиболее целесообразной при выполнении РА лобэктомии.

Основные принципы анестезии в торакальной хирургии распространяются и на РАХ, однако анестезиологическое пособие при РАХ является более сложным [15]. Расположение консоли пациента, которая находится над головой больного, затрудняет доступ анестезиолога к больному. РА лобэктомии выполняют под общим обезболиванием с отдельной интубацией бронхов. В большинстве наблюдений оперируют два хирурга: хирург, работающий на консоли хирурга и ассистент, который меняет инструменты и при необходимости через дополнительные разрезы помогает оперирующему хирургу. В среднем по данным литературы время операции составляет 210–230 минут [13; 25; 45; 64]. По мере овладения методикой после 20–30 операций ее время сокращается. В зависимости от опыта хирурга конверсию наблюдают от 0 до 20% вмешательств. Число удаленных лимфоузлов аналогично открытой операции [64]. Послеоперационный период после РА лобэктомии аналогичен операции, выполняемой торакоскопически.

В зависимости от подхода к корню легкого при РА лобэктомии используют так называемые передний или задний доступы [56]. Первоначально был использован задний доступ, при котором консоль пациента РХК Да Винчи располагали спереди от операционного стола и операцию начинали с разделения долей, а затем обрабатывали сосуды и бронх. Для разделения тканей использовали электрокоагуляционный крючок и монополярную коагуляцию, маленькие тупферы, клипирование сосудов и степлеры. При заднем доступе большой находился в полном боковом положении. Использовали три разреза по 2–3 см, расширяя один из них до 5–7 см. Главное назначение этого разреза введение ретрактора, отсоса, сшивающих аппаратов, хотя иногда требовались и дополнительные разрезы для их введения. Однако оказалось, что при этой технике лобэктомии часто возникали кровотечения и отмечался более длительный сброс воздуха по дренажам, поэтому многие хирурги изменили последовательность действий и теперь большинство сначала выделяют сосуды, а легочную ткань между долями пересекают в конце операции. Это удобно выполнять при так называемом переднем подходе, когда больной находится в положении для передне-бо-

ковой торакотомии. При этом доступе консоль робота располагают сзади от операционного стола. Место для мини-доступа длиной 5–7 см зависит от расположения опухолей.

В настоящее время известны две методики РАО в зависимости от времени выполнения лимфодиссекции: в первую очередь или после резекции легкого. При одной выделяют сосуды доли и бронх и пересекают их эндостеплером, который вводит в плевральную полость ассистент через разрез для торакопорта после временного удаления одной руки робота. При верхней лобэктомии сначала выделяют и пересекают верхнюю легочную вену, затем артерии верхней доли и бронх, и в последнюю очередь легочную ткань между средней и верхней долями и легочную ткань между верхней и нижней долями. При нижней лобэктомии последовательность следующая: первой выделяют и пересекают нижнюю легочную вену, затем легочную ткань между средней и нижней долями, артерии базальных сегментов и 6-го сегмента, ниже-долевой бронх и оставшуюся легочную ткань.

Ориентирами для мест расположения торакопортов являются угол лопатки и нижний край реберной дуги по средней подмышечной линии. В 8-м межреберье по линии, проведенной между этими ориентирами, в плевральную полость после выключения легкого из вентиляции вводят торакоскоп. Используют торакоскоп с оптикой 30 градусов. Передний торакопорт вводят над передней частью косой щели по передней подмышечной линии, что обычно соответствует 6-му межреберному промежутку. Задний торакопорт располагают в задней части щели по задней подмышечной линии, как правило это 5-е межреберье. Дополнительно вводят порт в 7-м межреберье по передней подмышечной линии. Его используют для введения в плевральную полость ретрактора. Через этот разрез в конце операции дренируют плевральную полость. РА лобэктомию выполняют в два этапа. На первом этапе с помощью робота выделяют сосуды легкого и бронх. На втором этапе осуществляют их пересечение с помощью степлеров, как во время ВТС операции.

При другой методике первый этап начинают с медиастинальной ЛАЭ. Ретрактором отодвигают легкое кпереди, с помощью электрокоагуляционного крючка рассекают медиастинальную плевру и удаляют паратрахеальные, паразофагеальные, лимфоузлы корня легкого и нижней легочной связки. При вмешательстве слева дополнительно удаляют аортопульмональные лимфоузлы. Затем ретрактор удаляют и выделяют артерии и вены удаляемой доли легкого.

На втором этапе консоль пациента отодвигают от больного. Хирург возвращается к операционному столу и под контролем видеоторакоскопа пересекает с помощью степлеров сосуды удаляемой доли, бронх и при необходимости легочную ткань по междолевым бороздам. Долю легкого удаляют через расширенный до необходимых размеров передний разрез. Дренируют плевральную полость.

Расположение портов является стандартным для всех лобэктомию, за исключение того, что с правой стороны порт камеры, введенный через восьмое межреберье, находится на средней подмышечной линии, тогда как с левой стороны этот порт перемещают на 2 см кзади, располагая его на задней подмышечной линии. Это связано с тем, что слева сердце затрудняет обзор корня легкого.

Широко распространена методика РА лобэктомию с помощью четырех рук робота Да Винчи по Veronesi G. [63; 64]. Положение больного для боковой торакотомии. Консоль пациента робота Да Винчи Si располагают у головного конца стола позади головы больного, а консоль пациента робота Да Винчи Xi сбоку от операционного стола. Операцию начинают с 3-х см разреза в 5-м межреберье кпереди от широчайшей мышцы спины. С помощью 10 мм камеры со скошенной оптикой под углом 30 градусов из набора для ВТС осматривают плевральную полость. Под контролем зрения в плевральную полость вводят три порта. 12 мм порт устанавливают в седьмом межреберье по средней подмышечной линии. В 8-м межреберье кпереди и кзади от него устанавливают 10 мм порты. Стыкуют манипуляторы с портами. Вводят камеру РХК с оптикой в 30 градусов через порт в 7-м межреберье. Третья «рука» робота, которую вводят через задний порт в 7-м межреберье, предназначена для тракции легкого. Пересечение тканей осуществляют с помощью двух «рук» робота через порты, расположенные в 5-м и 8-м межреберьях. При верхней лобэктомии справа вскрывают медиастинальную плевру параллельно диафрагмальному нерву. Выделяют и степлером пересекают верхнюю легочную вену. Пересекают легочную ткань между верхней и средней долями. Смещают легкое вниз и выделяют ветви легочной артерии, которые пересекают степлером или при небольших размерах артерий (менее 7 мм) клипируют их. Смещают легкое кпереди, рассекают медиастинальную плевру сзади корня, выделяют верхнедолевой бронх и пересекают его степлером. Пересекают легочную ткань между верхней и нижней долями. Долю легкого помещают в контейнер и извлекают из плевральной полости через передний разрез. Далее выполняют ЛАЭ единым блоком, начиная с субкаринальных лимфоузлов (7) и нижней легочной связки (8,9), затем смещаясь кверху (2,4). Как считают сторонники подобной методики РА лобэктомию с помощью четырех «рук» робота Да Винчи, она является наиболее осуществимой и безопасной.

Известна и другая методика РАО с помощью 4-х «рук» РХК. Она описана T.Suda с соавт. в 2017 году [60]. Больной на операционном столе находится в положении для боковой торакотомии. Первый порт вводят в плевральную полость в 5-м межреберье по передней подмышечной линии. Он предназначен для манипулятора, которым хирург управляет левой рукой. В 6-м межреберье дорзальнее первого порта в плевральную полость через разрез длиной 3 см вводят порт, разработанный для однопортовой хирургии. Его особенность – возмож-

ность введения через него от 2-х до 4-х портов меньшего диаметра. Использование этого порта позволяет вводить через него не только камеру, но и отсос, легочные зажимы для тракции легкого и активно участвовать в операции ассистенту. По задней подмышечной линии в 7-м межреберье и лопаточной линии в 8-м межреберье вводят два порта для третьей и четвертой «рук» робота. Хирург работает с помощью манипуляторов, введенных в первый и третий порты. Четвертый порт необходим для введения инструментов, удерживающих легкое. Порты должны располагаться на расстоянии не менее 6 см друг от друга.

В течение 15 лет многие торакальные хирурги сомневались в возможностях РА хирургии в лечении больных раком легкого, считая, что никаких преимуществ перед ВТС вмешательствами она не имеет, но технология сложнее. Тем не менее число сторонников РАО росло, хотя так же медленно, как и при внедрении в практику ВТС. Так, в 2009 году в США 66% лобэктомий были выполнены из стандартного «открытого» доступа, 33% – видеоторакоскопически и только 1% больных был оперирован с помощью РХК. К 2013 г. число РА лобэктомий увеличилось с 1% до 11% от общего числа лобэктомий [58]. Число открытых операций уменьшилось с 66% до 56%, а ВТС лобэктомии оставались на прежнем уровне – 33%. Особенно быстро увеличивалось число центров, где выполняли РА лобэктомии с 2008 по 2011 годы [50]. Следует отметить, что в это же время отмечен существенный рост числа ВТС лобэктомий.

Последние зарубежные публикации свидетельствуют о том, что хирургическое сообщество признало преимущества РА хирургии, признало, что сложность операции, которую можно выполнить с ее помощью выше, чем при ВТС операции. Примером может служить лобэктомия с циркулярной резекцией главного бронха, ключевым моментом которой является наложение межбронхиального анастомоза. Этот этап операции остается сложным даже во время открытого вмешательства, не говоря о торакаскопической операции. Только некоторые хирурги выполняли ВТС лобэктомию с резекцией главного бронха [5; 27]. Технология Endo-Wrist значительно облегчает наложение анастомоза между главным и нижнедолевым бронхом при выполнении верхней лобэктомии с резекцией главного бронха [18; 57]. Первое наблюдение РА лобэктомии с резекцией главного бронха было представлено Schmid T. с соавт. в 2011 году [57]. Для наложения с помощью РХК Да Винчи межбронхиального анастомоза потребовалось 50 минут. К настоящему времени в англоязычной литературе опубликовано семь сообщений о лобэктомии с циркулярной резекцией главного бронха, выполненных с помощью РХК. В этих публикациях показано, что время наложения анастомоза можно сократить до 25 мин. [18].

Результаты хирургов, начавших осваивать новую технологию, при небольшом опыте оказывались, понятно, противоречивыми. Изучив результаты лобэктомий,

выполненных в США за 2008–2011 годы Paul S. с соавт. и Swanson S.J. с соавт. пришли к выводу, что РАО не имеет преимуществ перед ВТС в лечении рака легкого. Paul S. с соавт. сравнил 2478 РА лобэктомий и 37 595 ВТС лобэктомий [50]. По его данным РАО чаще осложнялись интраоперационными кровотечениями и после РАО чаще встречались сердечно-сосудистые осложнения. Недостатком этого исследования было то, что 40% РА лобэктомий были выполнены хирургами, имевшими небольшой опыт вмешательств. Swanson S.J. с соавт., сравнив две крупные больницы: больницу с опытом 126 РАО и аналогичную больницу, где выполнялись только ВТС лобэктомии, отметили более высокие затраты на РАО при отсутствии различий в неблагоприятных исходах [61]. Deen S.A. с соавт. [20] не обнаружили различий в частоте осложнений и длительности госпитализации, хотя длительность РАО (223 минуты) была выше ВТС (202 минуты) и открытой лобэктомии (180 минут). Авторы отметили, что для конкурентоспособности РАО необходимо сократить ее время и стоимость расходных материалов. Длительность операции у P. Novellis с соавт., имеющих большой опыт РАО, составила 150 минут [41; 42]. Это подтверждает мнение, что длительность операции существенно зависит от опыта хирурга. Pardolesi A. с соавт. [44] сопоставили результаты роботизированных операций с торакаскопическими. По мнению авторов публикации лимфаденэктомия легче выполнить с помощью РХК Да Винчи. Jang S. с соавт. отметили, что РА операции отличаются от торакаскопических меньшим числом осложнений, малой кровопотерей и снижением длительности пребывания в больнице. В 2012 году Louie B.E. с соавт. также отметили преимущества РАО: меньший расход анальгетиков и более раннее возвращение после операции к повседневной жизни [36]. T. Suda, проанализировав 60 РАО, выполненных в семи больницах Японии, констатировали, что несмотря на большую длительность, при РАО отмечается меньше осложнений, чем при ВТС вмешательствах [60]. К таким же выводам приходит Augustin F. с соавт. [13]. Однако, Swanson S.J. с соавт. в 2014 году отметили при одинаковых результатах более высокую стоимость и длительность РАО [61]. Аналогичные данные приводят и другие авторы [39].

Большинство хирургов основным недостатком РА торакальной хирургии считают высокую стоимость РХК и расходных материалов. Однако, опубликованные результаты анализа затрат также оказались противоречивыми. Так, по мнению P. Novellis с соавт., 2018, расчетная стоимость роботизированной хирургии на 13,5% выше, чем торакаскопической и открытой хирургии [41; 42]. Тем не менее, для больницы Италии, где проводилось это исследование, операции были рентабельными в связи с тем, что расходы больницы на РАО были на 18% меньше, чем расходы государства, оплачивавшего эти вмешательства. Аналогичная ситуация и в нашей стране: операции с применением РХК входят в перечень ВМП и оплачиваются государством.

Сравнительный анализ затрат на РА, открытую и ВТС лобэктомии провели Park B.J. с соавт. в 2008 году [46]. Они проанализировали результаты 269 открытых, 87 ВТС и 12 РА лобэктомий и установили, что длительность операций была одинакова, а послеоперационное пребывание в больнице после миниинвазивных вмешательств было короче. Оно составило 4 дня после ВТС и РА лобэктомий с 6 дней после открытых операций. Это оказало существенное влияние на снижение окончательной стоимости миниинвазивных операций. Кроме того, стоимость работы бригады хирургов в открытой хирургии дополнительно включала торакотомию. В итоге выяснилось, что РА лобэктомия дешевле открытой, но несколько дороже торакоскопической. Это оказалось возможным при использовании робота Да Винчи на протяжении 7 лет и выполнении 300 операций в год. По данным Dylewski M.R. с соавт. стоимость РА лобэктомии ниже, чем торакоскопической [22; 23]. Это достигается за счет сокращения койко-дня и снижения общего уровня расходов.

Анализ 15502 операций, проведенный Swanson S.J. с соавт. в 40 больницах США показал, что РАТХ связана с более высокими расходами, большей длительностью операции и отсутствием снижения частоты осложнений [61]. Стоимость РА лобэктомии оказалась на 15% выше ВТСО. Paul S. с соавт., сравнив 2478 РА лобэктомий и 37595 ВТС лобэктомий, подтвердил более высокие затраты на РАТХ [50]. Недостаток этих двух исследований был один: анализировались результаты работы небольших больниц, имевших мало опыта выполнения РАО.

Авторы, обладающие большим опытом, указывают на значительно большие затраты на РА хирургию. Deen S.A. с соавт. [19], изучив результаты 184 лобэктомий, выполненных разными способами, пришли к выводу, что стоимость РАО ниже открытой, но выше торакоскопической, что представляется весьма логичным. Авторы отметили, что для того, чтобы РАО стала конкурентноспособной в экономическом плане необходимо сократить время операции и стоимость расходных материалов. Стоимость операции снижается при использовании трех рук робота хотя другие авторы это не подтверждают [17; 23].

Накопленный в мире опыт РА операций позволяет оптимистично прогнозировать дальнейшее развитие РА торакальной хирургии. Эффективность и безопасность миниинвазивных вмешательств при выполнении анатомических резекций легкого не вызывает сомнений. Особенно преимущества РА операций видны при наложении межбронхиальных анастомозов, ушивания культи бронхов, поэтому не вызывает сомнений необходимость накопления опыта и проведения рандомизированных исследований для оптимизации использования РХК в грудной хирургии. По нашему мнению потенциал РА торакальной хирургии может способствовать большему распространению РАО, чем ВТС операций. Основным фактором, сдерживающим развитие РА хирургии, является не только сложность технологии, но и пока более

высокая стоимость по сравнению с торакоскопическим вмешательством. Дальнейшее совершенствование аппаратуры и расходных материалов должно привести к экономической привлекательности РА хирургии. При этом важно отметить, что в нашей стране все оперативные вмешательства с применением РХК Да Винчи включены в перечень высокотехнологичных вмешательств, выполняемых для пациента бесплатно.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Аллавердиев, А.К., Давыдов, М.М., Давыдов, М.И. Торакоскопическая лобэктомия с медиастинальной лимфодиссекцией – стандарт в хирургическом лечении больных немелкоклеточным раком легкого T1-2N0M0. // Вопросы онкологии 2015. – № 3. – С. 413–417. [Allahverdiev A.K., Davydov M.M., Davydov M.I. Torakoskopicheskaya lobektomiya s mediastinal'noj limfodissekciej – standart v hirurgical'skom lechenii bol'nyh nemelkokletocnym rakom legkogo T1-2N0M0. // Voprosy onkologii 2015. – № 3. – S. 413–417].
2. Арсеньев, А.И., Нефедов, А.О., Тарков, С.А., Костицын, К.А., Барчук, А.А., Гагуа, К.Э., Гельфонд, В.М., Загрядских, А.С., Нефедова, А.В. Однопортовые видеоторакоскопические лобэктомии в хирургическом лечении рака легкого: ретроспективный анализ 72 операций Medline.ru. // Онкология. – Т. 18. – 15 сентября 2017. – С. 322–335. [Arsen'ev, A.I., Nefedov, A.O., Tarkov, S.A., Kosticyn, K.A., Barchuk, A.A., Gagua, K.E., Gelfond, V.M., Zagryadskih, A.S., Nefedova, A.V. Odnoportovye videotorakoskopicheskie lobektomii v hirurgical'skom lechenii raka legkogo: retrospektivnyj analiz 72 operacij Medline.ru. // Onkologiya. – Т. 18. – 15 sentyabrya 2017. – S. 322–335].
3. Кононец, П.В., Григорчук А.Ю. Современные возможности торакоскопической хирургии в онкопульмонологии // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал им. акад. Б.В. Петровского. – 2014 – № 3. – С. 19–27. [Kononec, P.V., Grigor'chuk A.YU. Sovremennye vozmozhnosti torakoskopicheskoy hirurgii v onkopul'monologii // Klinicheskaya i eksperimental'naya hirurgiya. Zhurnal im. akad. B.V. Petrovskogo. – 2014 – № 3. – S. 19–27].
4. Кудрявцев, А.С., Ярмошук, С.В., Дробязгин, Е.А., Архипов, А.Н., Половников, Е.С., Чикинев, Ю.В. Робот-ассистированные вмешательства в торакальной хирургии (первый опыт) // Сибирский научный медицинский журнал. – 2015. – Т. 35. № 6. – С. 56–59. [Kudryavcev, A.S., Yarmoshuk, S.V., Drobzyagin, E.A., Arhipov, A.N., Polovnikov, E.S., Chikinev, YU.V. Robot-assistirovannyye vmeshatel'stva v torakal'noj hirurgii (pervyj opyt) Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal. – 2015. – Т. 35. – № 6. – S. 56–59].
5. Пищик, В.Г., Зинченко, Е.И., Коваленко, А.И., Оборнев, А.Д. Первый опыт выполнения торакоскопических лобэктомий с бронхопластикой // Вестник хирургии. – 2015. – 1. – С. 59–64. [Pishchik, V.G., Zinchenko, E.I., Kovalenko, A.I., Obornev, A.D. Pervyj opyt vypolneniya torakoskopicheskikh lobektomij s bronhoplastikoj // Vestnik hirurgii. – 2015. – 1. – S. 59–64].
6. Сехниаидзе, Д.Д., Петров, В.Г., Зуев, В.Ю., Синяков, А.Г., Лысцов, А.В., Обухова, Т.Л., Лагутов, А.Н. Видеоторакоскопическая лобэктомия в лечении ранних форм рака легкого // Эндоскопическая хирургия. – 2013. – 19(2). – С. 24–27. [Sekhniaidze, D.D., Petrov, V.G., Zuev, V.YU., Sinyakov, A.G., Lyscov, A.V., Obuhova, T.L., Lagutov, A.N. Videotorakoskopicheskaya lobektomiya v lechenii rannih form raka legkogo // EHndoskopicheskaya hirurgiya. – 2013. – 19(2). – S. 24–27].
7. Сигал, Е.И. Первый опыт торакоскопических операций // Казанский медицинский журнал. – 1994. – № 6. – С. 74–81. [Sigal, E.I. Pervyj opyt torakoskopicheskikh operacij // Kazanskij medicinskij zhurnal. – 1994. – № 6. – S. 74–81].
8. Сигал, Е.И., Жестков, К.Г., Бурмистров, М.В., Пикин, О.В. Торакоскопическая хирургия // М.ИПК «Дом книги». 2012, 352 с. [Sigal, E.I., Zhestkov, K.G., Burmistrov, M.V., Pikin, O.V. Torakoskopicheskaya hirurgiya // M.IPK. – «Dom knigi». – 2012. – s. 352].
9. Лактионов, К.К., Бредер, В.В., Полоцкий, Б.Е., Тюляндин, С.А., Горбунова, В.А., Бычков, М.Б., Коломейцева, А.А., Михина, З.П., Борисова, Т.Н., Реутова, Е.В., Маренич, А.Ф., Багрова, С.Г. Колбанов, К.И., Амриралиев, А.М., Пикин, О.В., Трахтенберг, А.Х., Болотина, Л.В., Королева, Л.А., Черниченко, А.В., Бойко, А.В., Мещерякова, И.А., Глушко, В.А. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению рака легкого

2016. // Общероссийский союз общественных объединений онкологов России. – 2016. – С. 34. [Laktionov, K.K., Breder, V.V., Polockij, B.E., Tyulyandin, S.A., Gorbunova, V.A., Burchkov, M.B., Kolomejceva, A.A., Mihina, Z.P., Borisova, T.N., Reutova, E.V., Marenich, A.F., Bagrova, S.G. Kolbanov, K.I., Amiraliev, A.M., Pikin, O.V., Trahtenberg, A.H., Bolotina, L.V., Koroleva, L.A., CHernichenko, A.V., Bojko, A.V., Meshcheryakova, I.A., Glushko, V.A. Federal'nye klinicheskie rekomendacii po diagnostike i lecheniyu raka legkogo 2016. // Obshcherossiiskij soyuz obshchestvennykh ob'edinenij onkologov Rossii. – 2016. – s. 34].
10. Шевченко, Ю.Л., Карпов, О.Э., Ветшев, П.С., Степанюк, И.В. Робото-техника в хирургии – истоки, реалии, перспективы // Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова. – 2008. – Т. 3. – № 2. – С. 72–76. [Shevchenko, YU.L., Karpov, O.EH., Vetshev, P.S., Stepanyuk, I.V. Robototekhnika v hirurgii – istoki, realii, perspektivy // Vestnik NMHC im. N.I. Pirogova. – 2008. – Т. 3. – № 2. – P. 72–76].
 11. Шевченко, Ю.Л. От Леонардо Да Винчи к роботу «Да Винчи» // Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова. – 2012. – Т. 7. – № 1. – С. 15–20. [Shevchenko, YU.L. Ot Leonardo Da Vinchi k robotu «Da Vinchi» // Vestnik NMHC im. N.I. Pirogova. – 2012. – Т. 7. – № 1. – P. 15–20].
 12. Abouarab, A.A., Rahouma, M., Kamel, M., Ghaly, G., Mohamed, A. Single versus multi-incisional video-assisted thoracic surgery: a systematic review and meta-analysis. // J Laparoendosc Adv Surg Tech A. – 2018. – 28. – 1. – P. 74–85.
 13. Augustin, F., Bodner, J., Maier, H., Schwinghammer, C. Robotic-assisted minimally invasive vs. thoracoscopic lung lobectomy: comparison of perioperative results in a learning curve setting. // Langenbecks Arch Surg. – 2013. – 398. – P. 895–901.
 14. Bendixen, M., Jorgensen, O.D., Kronborg, C., Andersen, C. Postoperative pain and quality of life after lobectomy via video-assisted thoracoscopic surgery or anterolateral thoracotomy for early stage lung cancer: a randomised controlled trial. // Lancet Oncol. – 2016. – 17. – 8. – P. 36–44.
 15. Campos, J. Anesthesia for robotic thoracic surgery. // Slinger P. Principles and practice of anesthesia for thoracic surgery. – LLC. – 2011. – P. 445–450.
 16. Cao, C., Manganas, C., Ang, S.C., Tristan, D. A systematic review and meta-analysis on pulmonary resections by robotic video-assisted thoracic surgery. // Ann Cardiothorac Surg. – 2012. – 1. – P. 3–10.
 17. Cerfolio, R.J., Bryant, A.S., Skylizard, L. Initial consecutive experience of completely portal robotic pulmonary resection with 4 arms. // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2011. – 142:7. – P. 40–6.
 18. Cerfolio, R.J. Robotic sleeve lobectomy: technical details and early results. // J Thorac Dis. – 2016. – 8: S22. – P. 3–6.
 19. Deen, S.A., Wilson, J.L., Wilshire, C.L., Vallières, E., Farivar, A.S., Aye, R.W., Ely, R.E., Louie, B.E. Defining the cost of care for lobectomy and segmentectomy: a comparison of open, video-assisted thoracoscopic, and robotic approaches. // Ann Thorac Surg. – 2014. – 97: 1000-7.
 20. Detterberg, F.C., Levis, S.Z., Diekemper, R., Addrizzo-Harris D., Alberts W.M.I. Executive summary: Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American college of chest physicians evidence-based clinical practice guidelines. // Chest. – 2013.-143(5Suppl): 7S-37S.
 21. Downey, R.J., Cheng, D., Kernstine, K., Stanbridge, R., Shennib, H., Wolf, R., Ohtsuka, T., Schmid, R., Waller, D., Fernando, H., Yim, A., Martin, L. Video-assisted thoracoscopic surgery for lung cancer resection: a consensus statement of the international Society of Minimally Invasive Cardiothoracic Surgery 2007. // Innovations (Phila). – 2007. – 2(6): 293-302.
 22. Drevet, G., Figueroa, P.U. Uniportal video-assisted thoracoscopic surgery: safety, efficacy and learning curve during the first 250 cases in Quebec, Canada // Ann. Cardiothorac. Surg. – 2016. – 5 (2). – P. 100–106.
 23. Dylewski, M.R., Ohaeto, A.C., Pereira, J.F. Pulmonary resection using a total endoscopic robotic video-assisted approach. // Semin Thorac Cardiovasc Surg. – 2011. – 23: 36-42.
 24. Falcoz, P.E., Puyraveau, M., Thomas, P.A., Decaluwe, H., Hurtgen, M., Petersen, H., Hansen, H., Brunelli, A. Video-assisted thoracoscopic surgery versus open lobectomy for primary non-small-cell lung cancer: a propensity-matched analysis of outcome from the European Society of Thoracic Surgeon database. // Eur J Cardiothorac Surg. – 2016. – 49: 602-9.
 25. Gharagozloo, F., Margolis, M., Tempesta, B., Strother, E. Robot-assisted lobectomy for early-stage lung cancer: report of 100 consecutive cases. // Ann Thorac Surg. – 2009. – 88(2): 380-4.
 26. Gonzalez-Rivas, D., Paradelo, M., Fernandez, R., Delgado, M. Uniportal video-assisted thoracoscopic lobectomy: two years of experience. // Ann Thorac Surg. – 2013. – 95. – P. 426-32.
 27. Gonzalez-Rivas, D. Recent advances in uniportal video-assisted thoracoscopic surgery // Chin J Cancer Res. – 2015 – 27(1) – P. 90–93.
 28. Hansen, H.J., Petersen, R.H. Videothoracoscopic lobectomy and biobectomy. // ESTS Textbook of thoracic surgery. – Cracow. – 2014. – P. 922–938.
 29. Hermann, D., Hecker, E. 25 years of video-assisted thoracoscopic surgery for lobectomy in early stage lung cancer: a review. // Clinics in surgery. – 2017. – Vol. 2. – Article 1611.
 30. Jacobaeus, H.C. Ueber die moeglichkeit die zystoskopie bei untersuchung sero ser hohlungen anzuwenden. // Munchner meditinische Wochenschrift. – 1910. – B. 57. – P. 2090–2092.
 31. Jacobaeus, H.C. The cauterization of adhesions in artificial pneumothorax treatment of pulmonary tuberculosis under thoracoscopic control. // Proc R Soc Med. – 1923. – 16: P. 45–62.
 32. Kent, M., Wang, T., Whyte, R., Curran, T., Flores, R., Gangadharan, S. Open, video-assisted thoracic surgery and robotic lobectomy: review of a national database. // Ann Thorac Surg. – 2014. – 97: 236-42. – discussion 242-4.
 33. Kirby, T.J., Rice, T.W. Thoracoscopic lobectomy // Ann. Thorac. Surg. – 1993. – 56(3). – P. 784–786.
 34. Laursen, L.O., Petersen, R.H., Hansen, H.J., Jensen, T.K., Ravn, J., Konge, L. Video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy for lung cancer is associated with a lower 30-day morbidity compared with lobectomy by thoracotomy. // Eur J Cardiothorac Surg. – 2016. – 49:870-5.
 35. Liu, C.C., Shih, C.S., Pennarun, N., Cheng, C. Transition from a multiport technique to a single-port technique for lung cancer surgery: is lymph node dissection inferior using the single-port technique? // Eur J Cardiothorac Surg. – 2016. – 49 Suppl 1: I64-72.
 36. Louie, B.E., Farivar, A.S., Aye, R.W., Vallieres, E. Early experience with robotic lung resection results in similar operative outcomes and morbidity when compared with matched video-assisted thoracoscopic surgery cases. // Ann Thorac Surg 2012. – 93:1. – P. 598-604; discussion 1604-5.
 37. Medbery, R.L., Gillespie, T.W., Liu, Y., Nickleach, D., Lipscomb, J., Sancheti, M., Pickens, A., Force, S., Fernandez, F. Nodal upstaging is more common with thoracotomy than with VATS During Lobectomy for Early-Stage Lung Cancer: An Analysis from the National Cancer Data Base. // J Thorac Oncol 2016. – 11: 222-33.
 38. Melfi, F.M., Menconi, G.F., Mariani, A.M., Angeletti, C.A. Early experience with robotic technology for thoracoscopic surgery. // Eur J Cardiothorac Surg. – 2002. – 21: 864-8.
 39. Nasir, B.S., Bryant, A.S., Minnich, D.J., Wei, B., Cerfolio, R.J. Performing robotic lobectomy and segmentectomy: cost, profitability, and outcomes. // Ann Thorac Surg 2014. – 98: 203-8.-discussion 208-9.
 40. Ninan, M., Dylewski, M.R. Total port-access robot-assisted pulmonary lobectomy without utility thoracotomy. // Eur J Cardiothorac Surg. – 2010. – 38:231-2.
 41. Novellis, P., Alloisio, M., Vanni, E., Bottoni, E., Cariboni, U., Veronesi G. Robotic lung cancer surgery: review of experience and costs // JOVS home. – March 2017.
 42. Novellis, P., Bottoni, E., Voulaz, E., Cariboni, U., Testori, A., Bertolaccini, L., Giordano, L., Dieci, E., Granato, L., Vanni, E., Montorsi, M., Alloisio, M., Veronesi, G. Robotic surgery, video-assisted thoracic surgery, and open surgery for early stage lung cancer: comparison of cost and outcomes at a single institute, 2018. // J Thorac Dis 2018 Feb. – 10(2): 790-798.
 43. Okada, M., Sacamoto, T., Yuki, T., Mimura, T., Miyoshi, K., Tsubota, N. Hybrid surgical approach of video-assisted minithoracotomy for lung cancer: significance of direct visualization on quality of surgery. // Chest. 2005. – 128(4): 2696-2701.
 44. Pardolesi, A., Bertolaccini, L., Brandolini, J., Solli, P. Four arm robotic-assisted pulmonary resection-right upper lobectomy: how to do it// JTD Home. – Vol. 9. – N 9 (September 2017).
 45. Park, B.J., Flores, R.M., Rusch, V.W. Robotic assistance for video-assisted thoracic surgical lobectomy: technique and initial results. // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2006. – 131(1): 54-9.
 46. Park, B.J., Flores, R.M. Cost comparison of robotic, video-assisted thoracic surgery and thoracotomy approaches to pulmonary lobectomy. // Thorac Surg Clin. – 2008. – 18: 297-300.
 47. Paul, S., Altorki, N.K., Sheng, S., Lee, P.S., Harpole, D.H., Onaitis, D.W. Thoracoscopic lobectomy is associated with lower morbidity than open lobectomy: a propensity-matched analysis from the STS database. // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2010. – 139: 366-78.
 48. Paul, S., Sedrakyan, A., Chiu, Y.L., Nasar, A., Port, J.L., Lee, P.C., Stiles, B.M., Altorki, N.K. Outcomes after lobectomy using thoracoscopy vs thoracotomy: a comparative effectiveness analysis utilizing the Nationwide Inpatient Sample database. // Eur J Cardiothorac Surg. – 2013. – 43: 813-7.
 49. Paul, S., Isaacs, A.J., Treasure, T., Altorki, N., Sedrakyan, A. Long term survival with thoracoscopic versus open lobectomy: propensity matched comparative analysis using SEER-Medicare database. // BMJ 2014. – 349: g5575.

50. Paul, S., Jalbert, J., Isaacs, A.J., Altorki, N.K., Isom, O.W., Sedrakyan, A. Comparative effectiveness of robotic-assisted vs thoracoscopic lobectomy. // *Chest*. – 2014. – 146: 1505-12.
51. Raman, V., Yang, C-F.J., Deng, J.Z., D'Amico T. Surgical treatment for early stage non-small cell lung cancer. // *JTD*. – April 2018. – Vol. 10. – suppl. 7.
52. Ricciardi, S., Zirafa, C.C., Davini, F., Melfi, F. Robotic-assisted thoracic surgery versus uniportal video-assisted thoracic surgery: is it a draw? // *JTD home*. – March 2018. – Vol. 10. – N 3.
53. Rocco, G., Martin-Ucar, A., Passera, E. Uni-portal VATS wedge pulmonary resections // *Ann. Thorac. Surg.* – 2004. – 77(2). – P. 726-728.
54. Roviato, G., Rebuffat, C., Varoli, F., Vergani, C., Mariani, C., Maciocco, M. Videoendoscopic pulmonary lobectomy for cancer. // *Surg Laparosc Endosc.* – 1992. – 2: 244-7.
55. Reinersman, J.M., Passera, E., Rocco, G. Overview of uniportal video-assisted thoracic surgery (VATS): past and present. // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2016. – 5: 112-7.
56. Schmid, T., Augustin, F. Robotic lung lobectomy // *ESTS Textbook of thoracic surgery*.- Cracow 2014. – P. 1013–1020.
57. Schmid, T., Augustin, F., Pratschke, J. Hybrid video-assisted thoracic surgery-robotic minimally invasive right upper lobe sleeve lobectomy // *Ann Thorac Surg.* – 2011. – 91(6): 1961-5.
58. Sihoe, A.D. The evolution of minimally invasive thoracic surgery: implications for the practice of uniportal thoracoscopic surgery. // *J Thorac Dis.* – 2014. – 6: S604-17.
59. Sihoe, A.D. Reasons not to perform uniportal VATS lobectomy. // *J Thorac Dis.* – 2016. – 8: S333-43.
60. Suda, T. Transition from video-assisted thoracic surgery to robotic pulmonary surgery. // *JOVS*. – April 2017.
61. Swanson, S.J., Miller, D.L., McKenna, R.J., Howington, J., Marshal, M.B., Yoo, A.S. Comparing robot-assisted thoracic surgical lobectomy with conventional video-assisted thoracic surgical lobectomy and wedge resection: results from a multi-hospital database (Premier). // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2014 – 147: 929-37.
62. Toosi, K., Velez-Cubian, F.O., Glover, J., Ng, E.P., Moodie, C.C., Garrett, J.R., Fontaine, J.P., Toloza, E.M. Upstaging and survival after robotic-assisted thoracoscopic lobectomy for non-small cell lung cancer. // *Surgery*. – 2016. – 160: 1211-8.
63. Veronesi, G., Cerfolio, R., Gingolani, R., Rueckert, J.C., Soler, L., Toker, A., Cariboni, U., Bottoni, E., Fumagalli, U., Melfi, F., Milli, C., Novellis, P., Voulaz, E., Alloisio, M. Report on first international workshop on robotic surgery in thoracic oncology // *Front.Oncol.* – 24 October 2016.
64. Veronesi, G., Galetta, D., Maisonneuve, P., Melfi, F., Schmid, R.A., Borri, A., Vannucci, F., Spaggiari, L. Four-arm robotic lobectomy for the treatment of early-stage lung cancer. // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010. – 140(1): 19-25.
65. Wang, B.Y., Liu, C.Y., Hsu, P.K., Shih, C.S., Liu, C.C. Single-incision versus multiple-incision thoracoscopic lobectomy and segmentectomy: a propensity-matched analysis. // *Ann Surg.* – 2015. – 261: 793-9.
66. Whitson, B.A., Groth, S.S., Duval, S.J., Swanson, S.J., Maddaus, M.A. Surgery for early-stage non-small cell lung: a systematic review of the video-assisted thoracic surgery versus thoracotomy approaches to lobectomy. // *Ann Thorac Surg.* – 2008. – 86(6): 2553-2562.
67. Yan, T.D., Black, D., Bannon, P.G., McCaughan, B.S. Systematic review and meta-analysis of randomized and nonrandomized trials on safety and efficacy of video-assisted thoracic surgery lobectomy for early-stage non-small-cell lung cancer. // *J Clin Oncol.* – 2009. – 27(15): 2553-62.
68. Yang, H.X., Woo, K.M., Sima, C.S., Bains, M.S., Adusumilli, P.S., Finley, D.J., Rizk, N.P., Rusch, V.W., Huang, J., Jones, D.R., Park, B.J. Long-term survival based on the surgical approach to lobectomy for clinical stage 1 nonsmall cell lung cancer: comparison of robotic, video-assisted thoracic surgery, and thoracotomy lobectomy. // *Ann Surg* 2017. – 265: 431-7.