

АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАХЕОБРОНХИАЛЬНОГО АНАСТОМОЗА ПРИ ЦИРКУЛЯРНОЙ РЕЗЕКЦИИ БИФУРКАЦИИ ТРАХЕИ

М.Н. Васюков

ГОУ ВПО Оренбургская государственная медицинская академия,
кафедра оперативной хирургии и клинической анатомии
ГУЗ Оренбургский областной клинический онкологический диспансер

Васюков Михаил Николаевич, заочный аспирант кафедры
оперативной хирургии и клинической анатомии ОГМА,
врач-хирург отделения грудной хирургии ООКОД,
460021, Россия, г.Оренбург, пр. Гагарина, д. 11,
тел. 8 (3532) 33-33-14,
e-mail: mikl789@mail.ru

С учетом вариантной анатомии бифуркации трахеи на 22 изолированных трахеобронхиальных комплексах выполнено анатомическое обоснование формирования трахеобронхиального анастомоза после циркулярной резекции бифуркации трахеи. С помощью математических расчетов, в том числе по данным прижизненных компьютерных томограмм, оптимизированы традиционные методики сопоставления просветов трахеи и левого главного бронха - косоугольного пересечения левого главного бронха и клиновидного иссечения мембранозной стенки трахеи.

Ключевые слова: бифуркация трахеи, циркулярная резекция бифуркации трахеи, трахеобронхиальный анастомоз.

ANATOMIC STUDY OF FORMATION OF THE TRACHEOBRONCHIAL ANASTOMOSIS WITH CIRCULAR RESECTION OF THE BIFURCATION OF THE TRACHEA

M.N. Vasyukov

Orenburg State Medical Academy,
Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy
Orenburg Regional Clinical Oncology Center

In view of the variant anatomy of the bifurcation of the trachea in 22 isolated tracheobronchial complex was the anatomic study of formation of tracheo-bronchial anastomosis after circular resection of the carina. With the help of mathematical calculations, including computer data in vivo tomograms were optimized traditional technique of comparing lumen of the trachea and the left main bronchus - slanting intersection of the left main bronchus and wedge excision and excision of membranous tracheal wall.

The key words: bifurcation of the trachea, sleeve resection of bifurcation of the trachea, tracheobronchial anastomosis.

Введение

Реконструктивно-восстановительные операции на бифуркации трахеи – наиболее сложный раздел хирургии дыхательных путей. Они главным образом выполняются при злокачественных опухолях, первичных и вторичных, распространяющихся на бифуркацию, трахеобронхиальный угол, устья главных бронхов, нижнюю часть трахеи. В большинстве случаев выполняется пневмонэктомия с циркулярной резекцией бифуркации трахеи – одна из самых

сложных операций трахеобронхиальной хирургии [9]. Наиболее частыми осложнениями (до 33%) и причиной смерти являются несостоятельность анастомоза и рубцовый стеноз [12].

Ключевым моментом при выполнении пневмонэктомии с циркулярной резекцией бифуркации трахеи является формирование трахеобронхиального анастомоза. Несовпадение просветов анастомозируемых концов трахеи и бронха затрудняет его наложение с точной адаптацией сшиваемых

концов [6,11,4]. Нивелирование диаметров трахеи и главных бронхов при наложении анастомоза добиваются разными способами: 1. Пересечением трахеи в строго поперечном направлении, а главного бронха – в косом с применением большего расстояния между швами на трахее, чем на бронхе [11,7]. 2. Наложением ротационного анастомоза, особенностью которого является то, что мембранозная часть трахеи и главного бронха сшивается относительно друг друга на 30-60°, что дает возможность растянуть анастомозируемые части [8,10]. 3. Использованием принципа телескопа, когда хрящевая часть главного бронха проводится в просвет трахеи на 1-2мм, а мембранозная сшивается по типу край в край [10]. 4. Гофрированием мембранозной стенки трахеи П-образным и узловыми швами [6], что приводит к уменьшению её диаметра. 5. Иссечением конца трахеи внутренним, а бронха – наружным коническими сечениями для упрощения сопоставления сшиваемых концов [5].

Недостатком этих методов является то, что они не учитывают вариантную анатомию бифуркации трахеи. По нашим данным [1,2,3] морфометрические показатели бифуркации трахеи имеют индивидуальные различия. Так, соотношение периметров поперечных сечений трахеи и устья левого главного бронха может варьировать от 0,8 до 1,5. В 36% случаев это соотношение составляет от 1,21 до 1,5. Изменчивой является и форма поперечного сечения надбифуркационного отдела трахеи. Чаще всего (50,6%) встречается округлая с выраженной мембранозной стенкой, также встречаются круглая, овальная, треугольная формы.

Цель исследования

Совершенствование методики нивелирования периметров сечения сшиваемых концов трахеи и бронха при наложении трахеобронхиального анастомоза после циркулярной резекции бифуркации трахеи.

Материалы и методы

Морфометрические характеристики бифуркации трахеи изучены на 50 изолированных трахеобронхиальных комплексах и прижизненных компьютерных томограмм 162 пациентов. Органоконплексы забирали у трупов людей от 20 до 87 лет, умерших от причин, не связанных с патологией органов дыхания. С помощью линейки, щтангельциркуля, транспортира измеряли поперечный и переднезадний наружные размеры, ширину мембранозной стенки надбифуркационного, бифуркационного отделов трахеи, устьев главных бронхов, величины бифуркационного, правого и левого трахеобронхиальных углов, периметры поперечных сечений трахеи и устьев главных бронхов. Так как поперечное сечение трахеи в большинстве случаев является округлым с выраженной мембранозной стенкой и представляет собой геометрическую фигуру, состоящую из полуокружности с радиусом R и четырехугольника abcd, приближающегося по форме к прямоугольнику (рис.1), то периметр поперечного сечения трахеи

вычислялся по формуле: $L = \pi R + 2(H-R) + N$, где R – радиус полуокружности передней части трахеи, H- передне-задний размер трахеи, N- ширина мембранозной стенки.

Учитывая, что ширина мембранозной стенки N чаще всего больше или равна отрезку bc, то R рассчитывается как $N/2$ (рис.1А). Тогда $L = \pi N/2 + 2(H - N/2) + N$. Если N меньше отрезка bc (поперечный размер D), то R рассчитывается как $D/2$ (рис.1Б), и $L = \pi D/2 + 2(H - D/2) + N$.

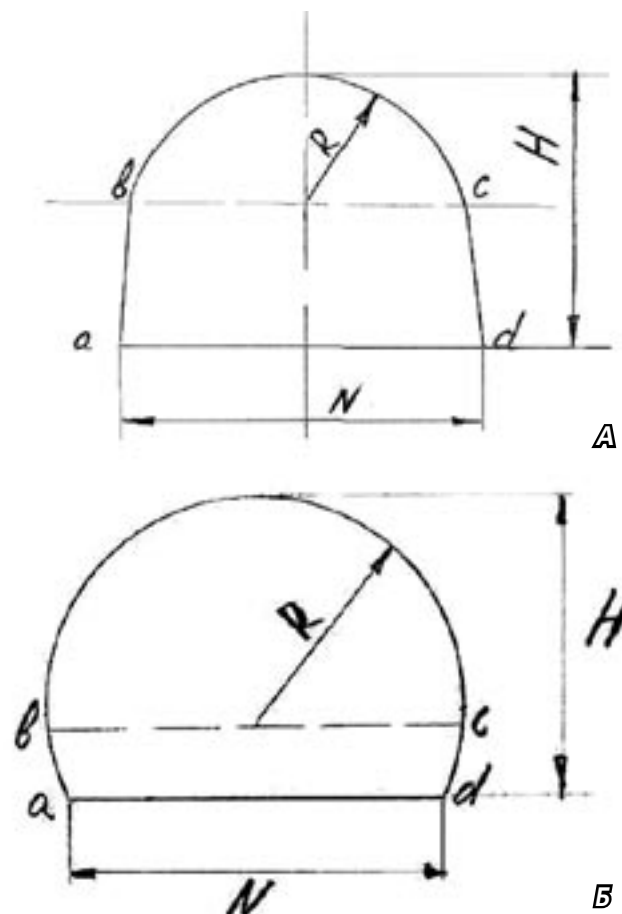


Рис. 1. Схематичное изображение поперечного сечения трахеи

А – ширина мембранозной стенки N больше отрезка bc
Б – ширина мембранозной стенки меньше отрезка bc

Компьютерные исследования выполнялись на спиральном томографе «Tomoscan AV» фирмы «Philips» по стандартной программе: толщина среза – 7 мм, шаг стола 7 – мм, индекс реконструкции – 5 мм в режимах лёгочного и средостенного окна. Измерения проводили на сериях аксиальных срезов и фронтальной сканограмме с помощью компьютерных программ «просмотрщиков» Dicom Works и eFilm. Для изучения были выбраны три типовых среза – уровень бифуркации трахеи (первый срез, на котором визуализируется картина), предшествующий ему срез надбифуркационного отдела трахеи, и следующий каудально за бифуркационным срезом – срез с устьями главных бронхов.

На компьютерных томограммах определяли: внутренние поперечный и переднезадний размеры

надбифуркационного отдела и бифуркации трахеи, устьев правого и левого главных бронхов, величины бифуркационного, правого и левого трахеобронхиальных углов.

Часть исследования по формированию трахеобронхиального анастомоза после циркулярного иссечения бифуркации трахеи и правого главного бронха выполнена на 22 трахеобронхиальных комплексах.

Результаты и обсуждение

В основу выбора методики формирования трахеобронхиального анастомоза легли особенности морфометрических показателей изучаемых комплексов, в частности, соотношение периметров поперечного сечения трахеи и сшиваемого бронха. Органоконструкции были разделены на три группы. В первой группе соотношение периметров поперечного сечения трахеи и сшиваемого бронха были примерно одинаковы (0,8-1,1). Из 50 препаратов таких оказалось всего два. Морфометрические показатели и результаты расчетов периметра сечения одного из них показаны в таблице 1.

Таблица 1

Морфометрические показатели и периметры сечения трахеи и бронха препарата №12

Трахея			Левый главный бронх			Соотношение Лтр./Лбр.
Н	Н	Л	Н	Н	Л	
20,5	17,0	67,7	18,5	16,0	61,0	1,1

Примечание: Н – передне-задний размер, Н – ширина мембранозной стенки, Л – периметр

При этом варианте строения анастомоз накладывался с левым главным бронхом, который пересекался поперек. В связи с тем, что периметры сечения трахеи и бронха у этих препаратов были почти одинаковы, формирование анастомоза не сопровождалось какими-либо затруднениями (рис. 2).

Во второй группе соотношение периметров поперечного сечения трахеи и сшиваемого бронха было больше 1,1. В этой группе левый главный бронх пересекался косо, как схематически показано на рис. 3.

Необходимо учитывать, что в косом сечении бронх представляет собой почти овал. Периметр овала рассчитывается по формуле $\pi(a+b)$, где a – малая полуось эллипса, b – большая полуось эллипса. Малой осью эллипса бронха будет являться в данном случае его передне-задний размер. Плоскость сечения бронха определяли методом математического расчета.

На рис. 3 видно, что с увеличением угла сечения левого главного бронха α будет увеличиваться большая полуось эллипса бронха, следовательно, и периметр его сечения. Таким образом, зная периметр сечения трахеи и малую полуось эллипса бронха a ($H_{бр}/2$), мы можем определить величину $2b$ (большую ось эллипса).

После преобразования равенства $L_{тр} = \pi(a+b)$, где $L = \pi R + 2(H-R) + N$, $b = L_{тр}/\pi - a$, определив

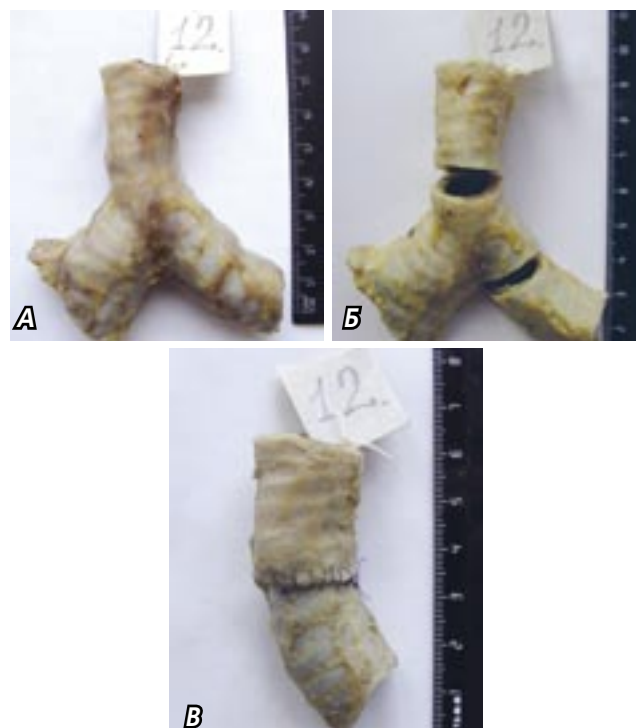


Рис. 2. Изолированный трахеобронхиальный комплекс. Протокол №12. А – трахеобронхиальный комплекс, вид спереди. Б – трахеобронхиальный комплекс с циркулярно иссеченной бифуркацией трахеи. В – трахеобронхиальный анастомоз «конец в конец»

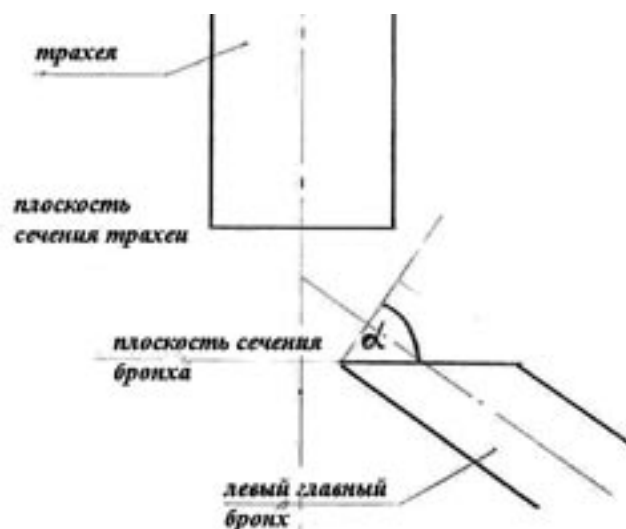


Рис. 3. Схематичное изображение плоскостей сечения трахеи и левого главного бронха. α – угол сечения левого главного бронха

большую полуось овала b , можем определить и его ось как $2b$. Таким образом, при рассечении левого главного бронха в плоскости, где большая ось его овального сечения будет равна $2b$, периметры сечения трахеи и бронха будут тождественны. Эта методика нами использована во второй экспериментальной группе. Морфометрические параметры трахеи и левого главного бронха препарата №46 отображены в таблице 2.

Таблица 2

Морфометрические показатели и периметры сечения трахеи и левого главного бронха препарата №46

Трахея				Левый главный бронх (поперечное сечение)			Соотношение Lтр./Lбр.
H	N	D	L	H	N	L	
22,0	15,0	25,0	72,6	16,5	17,5	52,7	1,4

Примечание: H – передне-задний размер, N – ширина мембранозной стенки, L – периметр, D – поперечный размер трахеи

Пример расчета для препарата №46:

$b = 72,6 / 3,14 - 8,25 = 14,9$. То есть большая ось эллипса бронха должна составлять 29,8 мм (рис. 4). На рис. 4А изображена раздвижная металлическая скоба, на которой отмеряется необходимая величина 2b. Далее скоба прикладывается к бронху, как показано на рисунке, и по этой плоскости пересекается бронх.

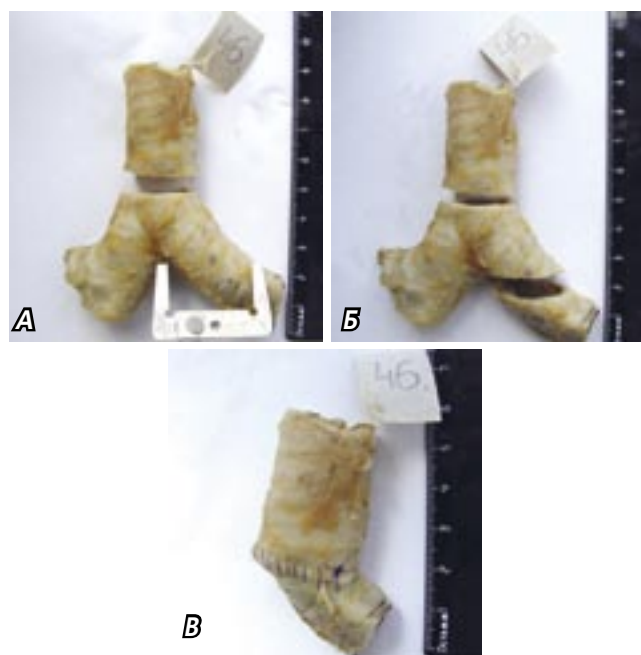


Рис. 4. Трахеобронхиальный комплекс. Протокол №46. А – трахеобронхиальный комплекс с пересеченной поперек трахеей. С помощью металлической скобы намечена плоскость сечения левого главного бронха. Б – трахеобронхиальный комплекс с циркулярно иссеченной бифуркацией трахеи. В – трахеобронхиальный анастомоз «конец в конец»

Теоретически складывается впечатление, что с помощью косо́го пересечения можно нивелировать любые периметры сечения трахеи и бронха. Однако бесконечно увеличивать угол сечения α левого главного бронха нельзя. Чрезмерное увеличение угла ведет к существенным трудностям технического плана при наложении анастомоза и значительному уменьшению величины левого трахеобронхиального угла, что может негативно сказаться на процессах заживления анастомоза. По нашему мнению,

максимально величина угла α должна быть такой, чтобы плоскости поперечного сечения трахеи и косо́го сечения левого главного бронха были параллельными. Случаи, когда расчеты показывали, что угол α слишком велик, и определили третью экспериментальную группу, где косо́е пересечение бронха дополнялось клиновидным иссечением мембранозной стенки трахеи. Величина основания иссекаемого клина рассчитывалась математически как разность периметров сечения трахеи и бронха. Анализируя морфометрические параметры бифуркации трахеи, в частности периметры поперечных сечений трахеи и левого главного бронха, а также ширину мембранозной стенки трахеи, мы пришли к выводу, что только за счет клиновидного иссечения мембранозной стенки трахеи сопоставить периметры сечения трахеи и бронха в большинстве случаев невозможно. В среднем разница периметров сечения трахеи и левого главного бронха составила $19,6 \pm 4,0$ мм, а среднее значение ширины мембранозной стенки трахеи - $14,5 \pm 1,1$ мм. Поэтому для нивелирования периметров сечения трахеи и бронха в третьей группе эксперимента мы сочетали два способа: косо́е пересечение левого главного бронха и клиновидное иссечение мембранозной стенки трахеи. Сущность этого метода заключалась в том, что плоскость сечения левого главного бронха проходила параллельно плоскости поперечного сечения трахеи, а основание «клина», который необходимо было иссечь из мембранозной стенки трахеи, рассчитывалась как разность периметра поперечного сечения трахеи и периметра косо́го сечения бронха (Приоритетная справка №2010150249). Периметры поперечного сечения трахеи и косо́го сечения бронха рассчитывались по указанному выше способу, и ширина основания иссекаемого клина из мембранозной стенки трахеи (X) определялась по формуле: $X = \pi R + 2(H-R) + N - \pi(a+b)$, где R – радиус полуокружности передней части трахеи, H- передне-задний размер трахеи, N- ширина мембранозной стенки, a - малая полуось эллипса, b - большая полуось эллипса косо́го сечения бронха.

Кажущиеся на первый взгляд сложными расчеты, которые выполнялись на изолированных трахеобронхиальных комплексах, оказались достаточно простыми при моделировании этих приемов по данным прижизненной компьютерной томографии. Эти расчеты облегчаются в связи с особенностями сканирования пациента на томографе. Так как сканы по умолчанию являются параллельными, то на томограммах мы видим косо́е сечение левого главного бронха в нужной нам плоскости. Если на компьютерных томограммах периметр сечения трахеи будет меньше или равен периметру косо́го сечения бронха, то нивелирование просветов достаточно будет осуществить за счет косо́го пересечения левого главного бронха. Если периметр сечения трахеи будет больше периметра косо́го сечения бронха, то, определив разницу, мы получим величину основания клина, который необходимо будет иссечь из мембранозной стенки трахеи. В зависимости от формы надбифуркационного отдела трахеи, будет

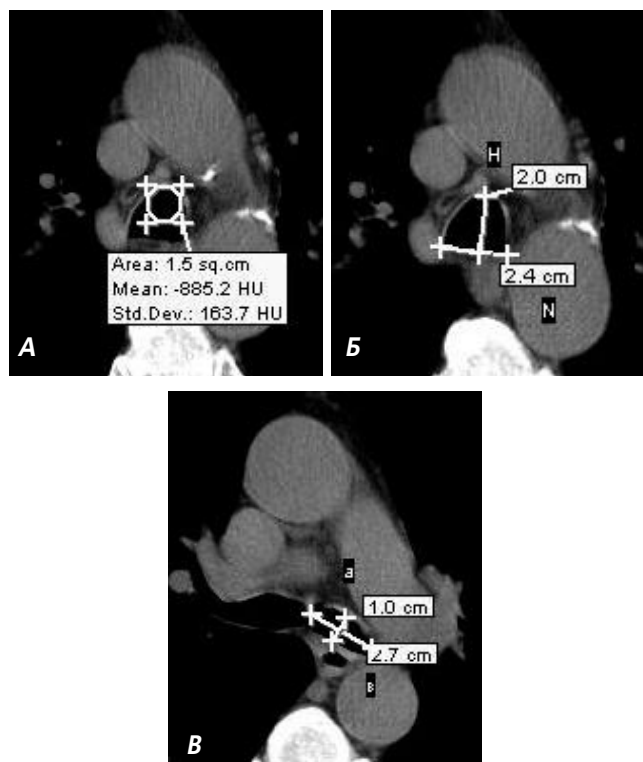


Рис. 5. Аксиллярные компьютерные томограммы грудной клетки больного Б. Режим средостенного окна.

А – томограмма уровня надбифуркационного отдела трахеи с изображением круга, вписанного в полуокружность поперечного сечения трахеи.

Б – томограмма уровня надбифуркационного отдела трахеи, измерены: **Н** – передне-задний размер трахеи, **Н** – ширина мембранозной стенки трахеи.

В – томограмма уровня предполагаемого пересечения левого главного бронха, измерены: **а** – малая полуось овала косога сечения бронха, **в** – большая полуось овала косога сечения бронха

по-разному определяться её периметр сечения. Для круглой формы он рассчитывается по формуле $L = 2\pi R$, для овальной $L = \pi(a+b)$, где **а** – малая полуось овала, **в** – большая полуось овала. Если форма трахеи треугольная, то периметр рассчитывается простым сложением сторон треугольника. Для округлой с выраженной мембранозной стенкой трахеи как наиболее часто встречаемой формы периметр определялся вышеизложенным способом с той разницей, что **R** рассчитывается с помощью инструментов измерений программы для просмотра томограмм из площади круга, вписываемого в полуокружность,

как $R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$. Периметр косога сечения левого главного бронха определялся, как было сказано выше.

Приводим пример больного Б., которому была выполнена атипичная резекция нижней доли левого легкого по поводу небольшого периферического рака легкого. Больной умер на 10-е сутки от острого инфаркта миокарда. На взятом трахеобронхиальном комплексе была выполнена циркулярная резекция бифуркации трахеи с удалением правого

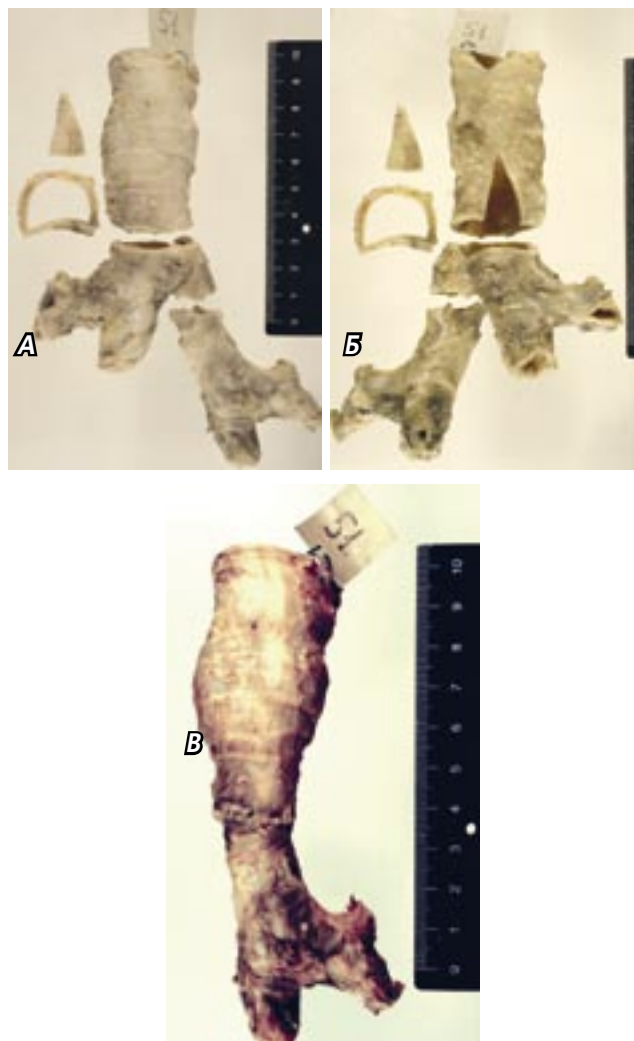


Рис. 6. Изолированный трахеобронхиальный комплекс. Протокол №51.

А – трахеобронхиальный комплекс с циркулярно иссеченной бифуркацией трахеи, вид спереди.

1 – клиновидно иссеченный участок мембранозной стенки, **2** – форма поперечного сечения трахеи.

Б – трахеобронхиальный комплекс с циркулярно иссеченной бифуркацией трахеи, вид сзади.

1 – клиновидно иссеченный участок мембранозной стенки, **2** – форма поперечного сечения трахеи.

В – трахеобронхиальный анастомоз «конец в конец»

главного бронха и формированием циркулярного трахеобронхиального анастомоза по типу «конец в конец» с левым главным бронхом. Расчеты выполнялись по данным компьютерных томограмм, выполненных пациенту до операции. На аксиальных срезах уровней, через которые планировалось пересекать трахею и левый главный бронх, определяли величины **N**. (24мм), **Н** (20мм), **R**(7мм) (рис.5А,Б) и величины **а** (5мм) и **в** (13,5мм) (рис.5В). Величина клина рассчитывалась по формуле $X = 3,14 \times 7 + 2(20 - 7) + 24 - 3,14(5 + 13,5) = 13,89$ мм.

На рис. 6 изображен изолированный трахеобронхиальный комплекс, на котором выполнялся данный эксперимент. Сечение левого главного бронха выполнили параллельно плоскости сечения трахеи,

а из мембранозной стенки трахеи согласно размеру, определенному до операции, иссекли «клин» (рис. 6Б). Ушив дефект мембранозной части трахеи после иссечения «клина», мы добились уменьшения периметра сечения трахеи до периметра культи левого главного бронха, после чего сформировали трахеобронхиальный анастомоз (рис. 6В).

Выводы

Таким образом, полученные данные по вариантной анатомии бифуркации трахеи позволяют рассчитать периметры сечения сшиваемых концов трахеи и бронха и выбрать оптимальную методику наложения трахеобронхиального анастомоза:

1. Если на компьютерных томограммах периметр поперечного сечения трахеи меньше или равен периметру косо́го сечения бронха, то сопоставление просветов сшиваемых отрезков возможно осуществить за счет косо́го пересечения левого главного бронха.

2. Если периметр сечения трахеи больше периметра косо́го сечения бронха, то косо́е пересечение бронха необходимо дополнять клиновидным иссечением мембранозной стенки трахеи.

Считаем, что результаты настоящего исследования могут способствовать улучшению заживления трахеобронхиального анастомоза и как следствие - снижению такого послеоперационного осложнения как его несостоятельность.

Список литературы

1. Васюков М.Н. Различия во внешнем строении и топографии бифуркации трахеи по данным компьютерной томографии // Морфологические ведомости. - 2009. - №3. - С. 46-48.
2. Васюков М.Н. Морфометрическая характеристика бифуркации трахеи и главных бронхов // Морфология. - 2009. - №4. - Т.136. - С. 29.
3. Васюков М.Н. Оптимизация техники циркулярной резекции бифуркации трахеи с учетом её

вариантной анатомии // Материалы научной конференции Наследие Пирогова: прошлое, настоящее, будущее. - СПб., 2010. - С. 128-129.

4. Гиллер Д.Б., Гиллер Б.М., Гиллер Г.В. О технике пневмонэктомии с циркулярной резекцией бифуркации трахеи // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. - 1996. - №4. - С. 50-54.

5. Гиллер Д.Б., Гиллер Б.М., Гиллер Г.В. Новые методы реконструкции дыхательных путей после пневмонэктомии с резекции бифуркации трахеи // Новые технологии в медицине. - Трехгорный, 1998. - С. 104-105.

6. Джафаров Ч.М. Способ соединения трахеи и бронхов // Грудная хирургия. - 1986. - №4. - С. 64-66.

7. Перельман М.И., Королёва Н.С. Циркулярная резекция и реконструкция бифуркации трахеи // Хирургия. - 1982. - №9. - С. 51-55.

8. Перельман М.И., Рабинович Ю.А., Добровольский С.Р., Фишкова З.П. Адаптация бронхов с помощью ротационного анастомоза // Грудная хирургия. - 1985. - №1. - С. 38-42.

9. Порханов В.А., Поляков И.С., Сельващук А.П., Конаненко В.Б. Циркулярная бифуркация трахеи при различной лёгочной патологии, показания и результаты лечения // Кубанский научный медицинский вестник. - 2005. - №1-2. - С. 78-93.

10. Порханов В.А., Поляков И.С., Сельващук А.П., Конаненко В.Б. Циркулярная бифуркация трахеи при различной лёгочной патологии // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. - 2007. - №3. - С. 58-66.

11. Харченко В.П., Чхиквадзе В.Д., Вершинин А.И., Вахрамова М.П. Пневмонэктомия с резекцией бифуркации трахеи при хирургическом и комбинированного лечения рака лёгкого // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. - 1983. - №2. - С. 37-41.

12. Mathisen D., Grillo H. Carinal resection for bronchogenic carcinoma // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. - 1991. - Vol. 102. - P. 16-23.