



Персонализированный подход к хирургическому восстановлению дыхательной функции при хронических стенозах гортани

А.Ю. Овчинников, д.м.н., проф., Д.Н. Решетов, к.м.н., А.А. Ткаченко, Е.В. Григорьева, д.м.н., проф., Д.Н. Атлашкин, к.м.н.

Адрес для переписки: Анастасия Александровна Ткаченко, lor@anastasija-tkachenko.ru

Для цитирования: Овчинников А.Ю., Решетов Д.Н., Ткаченко А.А. и др. Персонализированный подход к хирургическому восстановлению дыхательной функции при хронических стенозах гортани. Эффективная фармакотерапия. 2026; 22 (9): 30–37.

DOI 10.33978/2307-3586-2026-22-9-30-37

Цель. Проанализировать современные методы хирургического лечения хронического стеноза гортани (ХСГ) и предложить персонализированный алгоритм планирования и реализации хирургической стратегии у пациентов с протяженными и многоуровневыми стенозами.

Основные положения. Проблема ХСГ остается одной из наиболее сложных в оториноларингологии, несмотря на постоянное развитие хирургических технологий. Риск осложнений, высокая частота рецидивов и значительное снижение качества жизни пациентов после операции диктуют необходимость поиска новых, более эффективных персонализированных методов реконструкций. В данной статье представлен анализ современных хирургических методик: эндоскопических технологий, резекций, реконструктивно-пластических операций с использованием имплантационных материалов. Особое внимание уделено эндопротезам для формирования просвета гортани и ограничениям применения этого метода, таким как несоответствие стандартных эндопротезов индивидуальным анатомическим параметрам, риск ишемии тканей и отсутствие унифицированного алгоритма планирования операции.

Заключение. На основании проведенного анализа обоснована актуальность разработки метода персонализированного хирургического лечения ХСГ, включающего предоперационное моделирование на основе данных мультиспиральной компьютерной томографии и применение индивидуального формирователя просвета гортани. Предлагаемое решение позволит перейти от стандартизированной к персонализированной хирургии, что, как ожидается, будет способствовать улучшению послеоперационных результатов и снижению частоты послеоперационных осложнений.

Ключевые слова: хронический стеноз гортани, реконструктивная хирургия гортани, ларинготрахеопластика

Введение

Хронический стеноз гортани (ХСГ) представляет собой стойкое патологическое сужение просвета гортани, преимущественно на уровне голосовой щели или подскладочного пространства, приводящее к значительному нарушению дыхательной функции и сохраняющееся в течение трех месяцев и более [1, 2]. Это состояние характеризуется необратимыми или трудно-обратимыми структурными изменениями тканей гортани, формирующими механическое препятствие для

адекватного воздушного потока [3]. ХСГ опухолевой этиологии возникает вследствие прямой механической обтурации просвета объемным доброкачественным или злокачественным новообразованием либо в результате инфильтративного роста опухоли, вызывающего деструкцию хрящевых структур и коллапс стенок дыхательного пути [4, 5]. СГ опухолевого генеза обусловлен как самой опухолевой массой, так и ее деформирующим воздействием на опорные элементы гортани вследствие инвазивного роста.



Скорость прогрессирования стеноза напрямую коррелирует с биологическими характеристиками опухоли [4, 5].

В Российской Федерации хронические рубцовые СГ и шейного отдела трахеи относятся к числу относительно редких, но клинически значимых заболеваний [1]. В отечественных и зарубежных публикациях подчеркивается тенденция к увеличению числа пациентов с ХСГ и трахеи, что связывают прежде всего с ростом числа длительных интубаций, трахеостомий и увеличением выживаемости пациентов после тяжелых травм и критических состояний [1, 2, 6]. По данным клинических наблюдений, большинство пациентов с ХСГ и трахеи имеют трудоспособный возраст (35–60 лет), что обуславливает значимые социально-экономические последствия заболевания [7–9].

Клиническая картина СГ включает инспираторную или смешанную одышку, стридор, дисфонию различной степени выраженности, снижение толерантности к физической нагрузке и признаки хронической гипоксии [1, 2].

Неопухольный хронический стеноз формируется как исход длительного воспаления, механической травмы или ишемии тканей гортани. Основным патологическим субстратом выступает прогрессирующее рубцовое перерождение – образование фиброзной ткани и рубцовых мембран, концентрически суживающих просвет или деформирующих хрящевой каркас [1, 2]. Этот процесс является следствием неконтролируемой репарации, приводящей к дезорганизации тканевой архитектоники [1, 2, 10].

Ведущую роль в этиологии неопухольного ХСГ играют ятрогенные повреждения [1, 11]. Длительная или травматичная интубация вызывает ишемию слизистой оболочки подскладочного отдела гортани, перстневидного хряща и верхних отделов трахеи, способствуя формированию пролежней, грануляций и рубцовой ткани. Риск усиливается при продолжительности интубации свыше 48–72 ч, использовании трубки большого диаметра, ее подвижности, а также при наличии сопутствующих сердечно-сосудистого, бронхолегочного заболевания или сахарного диабета [12].

Наложение трахеостомы может приводить к механической травме перстневидного хряща с развитием хондроперихондрита [6, 13]. Ятрогенное повреждение возвратного или верхнего гортанного нерва при операциях на щитовидной железе вызывает нейрогенный стеноз вследствие медианного положения голосовых складок [14–16]. Стенозирование также возможно после эндоларингеальных вмешательств (лазерная деструкция, резекции, бужирование) и в результате внешней травмы гортани [1, 10, 17].

Патогенез неопухольного ХСГ основан на хроническом воспалении и нарушении репарации, ведущих к патологическому фиброзу [1, 2, 18]. Повреждающие факторы активируют иммунные клетки и провоспалительные цитокины (фактор некроза опухоли α (ФНО- α), интерлейкин 1β (ИЛ- 1β), ИЛ-6).

Ключевую роль играет гипертрофированная передача сигнала трансформирующим фактором роста $\beta 1$ (Transforming growth factor $\beta 1$, TGF- $\beta 1$), что вызывает активацию фибробластов, их дифференцировку в миофибробласты и избыточное отложение внеклеточного матрикса при подавлении активности матриксных металлопротеиназ [1, 18, 19]. Итогом является формирование рубцовых стриктур, усугубляемое контракцией миофибробластов и ремоделированием хряща [1, 6, 20]. В идиопатических случаях предполагается роль аутоиммунных процессов или генетической предрасположенности [19, 21].

Патогенез опухолевого стеноза обусловлен инвазивным ростом опухолей, разрушающих структуры гортани [4, 5]. Экзофитный рост приводит к механической обтурации просвета, а эндофитный – к деструкции хрящевого каркаса и коллапсу стенок. Вторичный фиброз и перифокальный отек дополнительно сокращают функциональный просвет [4]. Скорость обструкции зависит от биологических характеристик опухоли [4, 5]. Таким образом, ХСГ – полиэтиологичное состояние, требующее четкого разграничения генеза, что определяет принципиально различные подходы к диагностике и лечению [1, 2, 4, 11].

Диагностика ХСГ требует комплексного подхода. В оптимальный алгоритм диагностики ХСГ включают рентгенологическое исследование органов грудной клетки, рентгенографию гортани, спирографию, прямую ларингоскопию, фиброларингоскопию и трахеоскопию [1, 2]. При определенных показаниях проводят обследование пищевода с помощью эзофагоскопии и рентгеноскопии для исключения его заболеваний или сочетанных патологий, оказывающих неблагоприятное действие на гортань [2, 13].

При оценке состояния хрящевого каркаса стандартная рентгенография может использоваться среди лучевых методов исследования благодаря доступности и информативности [22]. Томография обеспечивает детальную оценку морфофункционального состояния структур гортани, однако при критических стенозах ее применение ограничено [10, 18, 19]. Обязательным компонентом выступает спирография, представляющая объективные данные о функции внешнего дыхания [7]. Эндоскопические методы позволяют визуализировать стенотический участок и выполнить биопсию, однако при полных стенозах и дыхательной недостаточности сопряжены с риском осложнений [13].

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) обладает высокой диагностической значимостью благодаря расширенным возможностям с последующей компьютерной обработкой (постпроцессингом) полученных данных, включая мультипланарную реконструкцию и генерацию трехмерных изображений с применением алгоритмов объемного рендеринга (Volume Rendering Technique, VRT). Трехмерные реконструкции обеспечивают детальную визуализацию патологических



изменений гортани и трахеи в различных проекциях, способствуя комплексному восприятию патологии, в том числе в анатомических ракурсах, и формированию перспективной интраоперационной картины [4, 5, 10, 19, 23]. Методика позволяет точно оценить степень и протяженность стеноза гортани, измерить диаметр просвета проксимальнее и дистальнее зоны сужения, выявить утолщение, склеротические изменения и деформацию стенок гортани. Кроме того, МСКТ обеспечивает визуализацию патологических процессов в паратрахеальной клетчатке и органах средостения, что имеет особое значение при диагностике опухолевых стенозов [5, 10, 19, 23].

Согласно данным исследования Ю.В. Шевченко и соавт. (2016), МСКТ значительно повышает информативность диагностики стриктур верхних дыхательных путей благодаря комплексной оценке характера и распространенности патологического процесса, а также изменений перифокальных мягких тканей и позволяет оценить динамику процесса. Авторы разработали протокол количественной оценки степени стеноза гортани с анализом изометрических показателей методом МСКТ, позволяющий корригировать варианты оперативного лечения [24].

При сравнительном анализе диагностической эффективности методов продемонстрировано преимущество МСКТ перед фибробронхоскопией по всем ключевым параметрам: чувствительность (99,38 против 81,82%), специфичность (75,00 против 63,64%) и точность (98,79 против 78,18%) – благодаря детализации патологических изменений [24].

Методы хирургического лечения стеноза гортани

Реконструкция при ХСГ направлена на воссоздание просвета дыхательных путей, обеспечение их стабильности и, по возможности, на восстановление голосовой функции. Выбор метода зависит от локализации, протяженности, степени стеноза, состояния тканей и предыдущих вмешательств. К основным направлениям реконструктивной хирургии при стенозах гортани и трахеи относят: эндоскопические методы, резекции зоны стеноза с формированием ларинготрахеального анастомоза [25, 26], резекции гортани с одномоментным формированием просвета при помощи аллопластических, аутопластических и искусственных имплантационных материалов.

В настоящее время эндоскопические методы применяют при строго ограниченных показаниях: протяженность стеноза не более 1–2 см при отсутствии деформации хрящевого каркаса и сохранении мягкого (незрелого) характера рубцовой ткани [3, 14]. Наилучшие результаты отмечены при локализации зоны стеноза в подсвязочном отделе или при грануляциях и синехиях голосовых складок [3, 14]. Обструкция по классификации Коттона – Майера не должна быть больше III степени (сужение просвета 71–99%). Стенозы I–II степени (обструкция < 70%)

наиболее эффективно поддаются эндоскопической коррекции, тогда как при III степени допустимо лишь паллиативное вмешательство для отсрочки открытой операции [9, 26].

Эффективность эндоскопических операций напрямую зависит от характеристик рубцовой ткани – ее расположения и распространенности. Долгосрочный положительный эффект хирургического вмешательства реалистичен лишь при локальных, ограниченных участках стеноза. При этом вероятность рестеноза остается значительной, достигая порядка половины всех случаев. Согласно данным исследований, период клинического благополучия после операции может быть крайне переменчивым – от нескольких суток до нескольких месяцев [27, 28].

Для поддержания проходимости дыхательных путей часто применяется методика стентирования. Однако установка эндостентов сопряжена с определенными ограничениями: стенты требуют плановой замены каждые 1–2 года и не гарантируют остановки прогрессирования стеноза [29].

Использование протезов Dupon остается золотым стандартом хирургического лечения ХСГ. Несмотря на преимущества в виде биосовместимости и стабильной фиксации, метод имеет существенные ограничения: необходимость плановой замены, риск обтурации мокротой (в 15–30% случаев) и невозможность применения при срединной локализации стеноза [30, 31]. По данным исследований, длительное присутствие стентов провоцирует рост грануляционной ткани в 20% случаев с последующим рецидивом стеноза после удаления протеза [32, 33].

В современной практике ларинготрахеальная резекция с анастомозом признана эталоном хирургического лечения протяженных (2–5 см) ригидных стенозов подсвязочного отдела гортани и верхней трети трахеи, обеспечивая радикальное удаление патологически измененного сегмента дыхательных путей с восстановлением непрерывности благодаря наложению первичного анастомоза «конец в конец» между дистальным фрагментом трахеи и гортанью (чаще – щитовидным хрящом) [34]. Однако данный тип хирургического лечения сопряжен с риском серьезных интра- и послеоперационных осложнений, включая несостоятельность анастомоза, развитие медиастинита, аррозивные кровотечения. Осложнения такого вмешательства, по данным различных авторов, достигают 5,3–35,3%, а послеоперационная летальность варьирует от 1,5 до 10% [3, 34]. Особые трудности представляют мультифокальные стенозы, при которых радикальное удаление тканей невозможно [35], вследствие чего были разработаны резекции гортани с одномоментным формированием просвета с помощью аллопластических, аутопластических и искусственных имплантационных материалов [36].

Основной целью реконструктивно-пластических операций на гортани и трахее служит восстановление функционального просвета дыхательных путей с устранением жизнеугрожающей обструкции



и сохранением трех ключевых функций: дыхания (путем создания механически стабильного каркаса, устойчивого к коллапсу при пиковых нагрузках до 300 мм рт. ст.), защиты нижних дыхательных путей от аспирации (благодаря восстановлению чувствительности слизистой и кашлевого рефлекса) и фонации (с помощью сохранения вибрационной способности голосовых складок). Решение этих задач достигается иссечением нефункциональных рубцовых или опухолевых тканей с одномоментным замещением дефекта аутопластическими или аллопластическими имплантационными материалами, обеспечивающими восстановление анатомии и физиологии гортани в долгосрочной перспективе [3, 4, 10, 34].

Биологические материалы для пластики гортани и трахеи включают аутохрящи (реберные, перегородки носа, ушные, щитовидные хрящи), костные аутотрансплантаты (подъязычная кость, грудина), а также свободные и васкуляризированные лоскуты, изотрансплантаты и кожно-мышечные лоскуты [24, 37, 38]. В реконструктивной хирургии различают лоскуты, сохраняющие сосудистую связь, и трансплантаты, полностью отделяемые от донорской зоны. Классификация основана на топографическом принципе, типе васкуляризации и тканевом составе [39]. На сегодня описано свыше 300 потенциальных донорских участков в теле человека. Однако широкое клиническое применение реконструктивно-пластических операций на гортани и трахее сдерживают объективные трудности [36]. Ключевые ограничения для метода: риск осложнений в донорской области, включая пневмоторакс, гематомы и инфекционные процессы [40]. Внедрению метода также препятствуют необходимость многоэтапного лечения, увеличивающего продолжительность реабилитации и количество оперативных вмешательств, и формирование значительного тканевого дефекта в зоне забора трансплантата, часто требующего дополнительной коррекции [41, 42].

Импантируемые аллопластические материалы находят применение в реконструктивной хирургии гортани, при этом они обладают как преимуществами, так и существенными ограничениями. К ключевым преимуществам относятся отсутствие необходимости забора донорской ткани, неограниченный запас материала и возможность точного моделирования. Их использование исторически связано с поиском альтернативы аутохрящу при сложных реконструкциях, особенно каркаса, но широкое распространение ограничено из-за высокого риска осложнений. Тем не менее определенные материалы и методики нашли применение, в основном для создания просвета гортани [37, 43].

Исторически в реконструктивной хирургии гортани и трахеи применяли различные синтетические материалы, включая марлекс, никелид титана (нитинол), тантал и пластипор [38, 44]. Основным преимуществом искусственных имплантатов является

исключение этапа забора донорской ткани. Однако существенным ограничением их применения выступает неспособность к интеграции с тканями пациента в той же мере, что и ауто- или аллотрансплантаты: монолитная структура большинства полимеров и металлов препятствует инвазии клеток реципиента и васкуляризации [40]. Этот дефицит тканевой интеграции закономерно приводит к осложнениям – миграции имплантата, формированию плотной фиброзной капсулы (инкапсуляция), локальным некрозам (пролежни) и избыточному образованию грануляций. Дополнительным недостатком, отмечаемым авторами, является отсутствие функционального мерцательного эпителия на поверхности синтетического каркаса. Утрата механизма мукоцилиарного клиренса, критически значимого для очистки дыхательных путей, существенно ухудшает процессы послеоперационной регенерации и долгосрочную функцию реконструированных участков гортани и трахеи. Высоким остается и риск реакций отторжения, инфицирования материала [40].

В клинической практике широкое применение нашел сетчатый полипропиленовый протез (марлекс). Методика Р.К. Ягудина и К.Ф. Ягудина (2007) демонстрирует преимущества использования полипропиленовой сетки при трехслойной реконструкции трахеостомических дефектов, хотя в 6% случаев авторы отмечали нагноение раны [42]. Совершенствование материалов, в частности переход на облегченные сетки из полипропиленового моноволокна, позволило снизить частоту осложнений [42, 45].

Особое место в реконструктивной хирургии занимает стентирование с использованием Т-образных трубок. По данным клинических наблюдений, Т-образная трубка Montgomery остается широко применяемым вариантом эндопротеза при ларинготрахеальных стенозах [46]. При этом стоит обратить внимание на существенные недостатки, обусловленные неанатомической формой эндопротеза: его концы травмируют прилежащие структуры, способствуя образованию грануляционной ткани. Помимо того, размещение трубки выше голосовых складок приводит к нарушению разделительной функции гортани. Для предотвращения этих отрицательных моментов с середины прошлого столетия предпринимались попытки модификации Т-образной трубки или ее замены стентами. Классическое описание силиконовой Т-образной трубки Montgomery опубликовано W.W. Montgomery в 1974 г.; в 1990 г. W.W. Montgomery и S.K. Montgomery представили обновленное руководство по применению ларингеальных, трахеальных и пищеводных протезов, однако сильное давление на глотку, затрудняющее прием пищи и ведущее к образованию некроза, стало основным осложнением применения данного изобретения [47, 48]. Позднее I. Eliachar и D. Nguyen предложили ларинготрахеальный стент из мягкого силикона для внутренней поддержки дыхательных путей и контроля аспирации без утраты фонации [49]. В последующих



публикациях отмечено, что форма подобных стентов не всегда обеспечивает полноценное соответствие сложной анатомии голосового отдела гортани [29, 35, 49].

В дальнейшем P. Monnier (2011) изготовил стент LT-Mold из специального силикона, обладающего увеличенной податливостью и минимальной жесткостью. Данный протез был создан путем отливания гортани на кадаверном материале с учетом положения голосовых связок. Было изготовлено 10 экземпляров с разным размером внешнего диаметра, от 6 до 15 мм, что позволяет рассматривать данный протез как более адаптируемый к индивидуальным формам гортани пациентов. Несмотря на то что изобретение показало хорошие клинические результаты в хирургии ларинготрахеальных стенозов с формированием просвета гортани, его использование в РФ невозможно в связи с отсутствием лицензии [50, 51].

Рентгенопозитивная Т-образная трубка, разработанная А.Ю. Овчинниковым и соавт., представляет собой усовершенствованную модификацию классического стента W.W. Montgomery. Конструктивное новшество заключается во введении рентгеноконтрастных меток на основе сульфата бария в силиконовый материал, что обеспечивает возможность визуального контроля положения имплантата при рентгеноскопии и компьютерной томографии. Данное техническое решение направлено на своевременное выявление неправильной позиции, деформации или миграции стента, тем самым повышая безопасность длительного стентирования [52]. Однако и при его использовании сохраняются принципиальные ограничения, присущие всем жестким Т-образным конструкциям: риск повышенного давления на стенки трахеи с развитием ишемии, трудности санации просвета и потенциальная травматизация слизистых оболочек в зонах фиксации. Таким образом, хотя разработка решает проблему мониторинга положения стента, она не устраняет фундаментальные недостатки, связанные с биомеханическими свойствами жестких Т-образных конструкций.

Несмотря на достижения в области реконструктивной хирургии гортани и трахеи, неудовлетворенность хирургов в отношении отдаленных результатов операций заставляет искать новые подходы к восстановлению функции органа. Один из путей решения этой задачи – создание оптимальных имплантационных материалов. С этой целью были разработаны методики применения ауто-/гомотрансплантатов (хрящи, мышцы, кожа, кость, слизистые оболочки) и эндопротезов из различных синтетических материалов (медицинский силикон, биополимеры, имплантаты из пористого никелида титана).

При использовании ауто-/гомотрансплантатов и гомотрансплантатов существует высокий риск их отторжения вследствие воздействия агрессивной биохимической и микробиологической среды в просвете гортани, отмечаются сложности в адаптации лоскутов, физический дискомфорт, связанный

с ростом волос при перемещении кожного лоскута в просвет гортани, obturация просвета гортани при перемещении лоскутов избыточной толщины.

В настоящее время в клинической практике отсутствует унифицированный алгоритм планирования и выполнения хирургических вмешательств у пациентов с протяженными и многоуровневыми стенозами гортани. Выбор тактики лечения часто осуществляется интраоперационно на основании индивидуального опыта хирурга и технических возможностей медицинского учреждения. Перспективным направлением совершенствования хирургической помощи может стать внедрение комплексного подхода, включающего предоперационное 3D-КТ моделирование. Данный подход позволит формализовать и стандартизировать процесс лечения, повысить прогнозируемость и функциональные результаты операций, сократить этапность лечения и минимизировать риск осложнений, перейдя на уровень персонализированного алгоритма.

Алгоритм установки индивидуального формирователя просвета гортани

А.Ю. Овчинников и соавт. предложили способ восстановления просвета гортани, заключающийся в установке индивидуально настраиваемого формирователя [53]. Благодаря динамической конструкции индивидуальный формирователь обеспечивает контролируемое давление на ткани гортани, адаптируясь к индивидуальным анатомическим особенностям пациента и изменяя свою форму в соответствии с потребностями на всех этапах лечения. Устройство для восстановления просвета гортани представляет собой единую конструкцию, содержащую эластичный силиконовый герметичный баллон, который в верхней и нижней части снабжен фиксационными ушками, а в средней части баллона располагается рентгеноконтрастная метка. От силиконового герметичного баллона отходит силиконовая трубка, состоящая из двух фрагментов, соединенных между собой переходником, и имеющая возможность разъединения. Конец силиконовой трубки жестко соединен с клапанным нагнетателем с целью неинвазивного наполнения физиологическим раствором для регулирования объема. Индивидуальный формирователь извлекают в перевязочном кабинете, срезают лавсановые лигатуры на шее, с помощью клапанного нагнетателя выкачивают шприцом все содержимое из полости герметичного баллона. Затем разъединяют через переходник фрагменты силиконовой трубки и удаляют герметичный баллон через трахеостомическое отверстие. Формирователь позволяет корректировать размер как во время операции, так и в послеоперационном периоде, минимизируя рубцевание и оптимизируя восстановление дыхательной функции.

Алгоритм включает последовательные этапы:

- 1) предоперационное обследование с обязательной МСКТ гортани и оценкой морфометрических параметров стенотического участка;



- 2) индивидуальный подбор параметров формирователя просвета гортани на основании данных МСКТ, включая степень сужения просвета, протяженность стеноза и объем воздушного столба;
- 3) хирургическое вмешательство (резекция гортани или ларинготрахеопластика с одномоментной установкой формирователя);
- 4) послеоперационное наблюдение с оценкой отдаленных функциональных и онкологических результатов.

Ключевым элементом метода выступает этап предоперационной морфометрической оценки, позволяющей индивидуализировать параметры формирователя в соответствии с анатомическими особенностями гортани и параметрами просвета гортани пациента. Использование данного подхода обеспечивает более точное формирование просвета после реконструкции и способствует снижению риска рестенозирования.

Внедрение данного подхода позволяет стандартизировать этапы реконструктивного лечения и повысить прогнозируемость функциональных результатов хирургических вмешательств.

Клиническая апробация индивидуального формирователя проведена у 60 пациентов: 30 пациентов с раком гортани (РГ), из них 16 (53,3%) имели стадию T1N0M0, 11 (36,7%) – T2N0M0, три (10,0%) – T3N0M0; 30 пациентов с ХСГ неопухоловой этиологии, из них I степень стеноза отмечена у шести (20,0%) пациентов, II степень – у 14 (46,7%), III степень – у 10 (33,3%). У 29 (96,7%) пациентов с диагнозом РГ и 25 (83,3%) пациентов с диагнозом ХСГ достигнута эффективная реканализация просвета без признаков рестеноза в сроки наблюдения от шести до 24 месяцев. Контроль эффективности включал фиброларингоскопию и МСКТ гортани с интервалом в три месяца, а также магнитно-резонансную томографию гортани у пациентов с РГ с интервалом один раз в шесть месяцев для объективного измерения диаметра просвета, оценки

состояния мягких тканей и исключения рецидива заболевания. У пациентов онкологической группы при динамическом контроле не выявлены рецидивы заболевания в течение всего периода наблюдения.

Динамическая конструкция формирователя обеспечивала дозированное адаптивное давление в течение послеоперационного периода, а использование рентгеноконтрастного баллона позволяло точно позиционировать и контролировать положение устройства в зоне резекции. Герметичность системы и возможность коррекции внутреннего объема формирователя минимизировали рубцевание и обеспечивали восстановление адекватной дыхательной функции у большинства пациентов. Благодаря возможности коррекции объема формирователя его удаление из просвета гортани после завершения послеоперационного периода было малотравматичным и удобным для врача и пациента.

Заключение

В настоящее время отсутствует унифицированный алгоритм планирования и реализации хирургической стратегии у пациентов с протяженными и многоуровневыми стенозами гортани. В повседневной практике тактику лечения часто определяют ситуационно во время операции, она зависит от опыта хирурга и технических возможностей стационара. Комплексное внедрение этапов предоперационного 3D-КТ моделирования зоны стеноза и планирования типа резекции, изготовления индивидуального формирователя и его установки, тактики ведения послеоперационного периода позволит formalизовать и стандартизировать процесс лечения, перевести его на уровень персонализированного алгоритма. Это повысит предсказуемость и функциональные результаты операций, сократит количество этапов лечения и минимизирует риск осложнений, сделает более эффективным лечение этой сложной категории пациентов. ☺

Литература

1. Плужников М.С., Рябова М.А., Карпищенко С.А. Хронические стенозы гортани. СПб.: Эскулап, 2004.
2. Хронические рубцовые стенозы гортани: клинические рекомендации. Национальная медицинская ассоциация оториноларингологов. 2016. URL: https://www.nmaoru.org/files/KR303%20Hr%20rubcovye%20stenozy%20gortani.pdf?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 03.02.2026).
3. Gelbard A., Francis D.O., Sandulache V.C., et al. Causes and consequences of adult laryngotracheal stenosis. *Laryngoscope*. 2015; 125 (5): 1137–1143.
4. Forastiere A.A., Ismaila N., Lewin J.S., et al. Use of larynx-preservation strategies in the treatment of laryngeal cancer: American Society of Clinical Oncology clinical practice guideline update. *J. Clin. Oncol.* 2018; 36 (11): 1143–1169.
5. National Comprehensive Cancer Network. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: Head and Neck Cancers. Version 1.2026. 2026. URL: https://www.nccn.org/guidelines/guidelines-detail?id=1437&utm_source (дата обращения: 16.03.2026).
6. Sarper A., Ayten A., Eser I., et al. Tracheal stenosis after tracheostomy or intubation: review with special regard to cause and management. *Tex. Heart Inst. J.* 2005; 32 (2): 154–158.
7. Кирасирова Е.А., Ежова Е.Г. Функция внешнего дыхания у больных стенозом гортани и трахеи. *Вестник оториноларингологии*. 2005; 1: 39–40.



8. Nouraei S.A., Ma E., Patel A., et al. Estimating the population incidence of adult post-intubation laryngotracheal stenosis. *Clin. Otolaryngol.* 2007; 32 (5): 411–412.
9. Nouraei S.A.R., Sandhu G.S. Outcome of a multimodality approach to the management of idiopathic subglottic stenosis. *Laryngoscope.* 2013; 123 (10): 2474–2484.
10. Carpenter D.J., Hamdi O.A., Finberg A.M., Daniero J.J. Laryngotracheal stenosis: Mechanistic review. *Head Neck.* 2022; 44 (8): 1948–1960.
11. Davis R.J., Hillel A.T. Inflammatory pathways in the pathogenesis of iatrogenic laryngotracheal stenosis: what do we know? *Transl. Cancer Res.* 2020; 9 (3): 2108–2116.
12. Dorris E.R., Russell J., Murphy M. Post-intubation subglottic stenosis: aetiology at the cellular and molecular level. *Eur. Respir. Rev.* 2021; 30 (159): 200218.
13. Nikolovski N., Kopacheva-Barsova G., Pejkovska A. Laryngotracheal stenosis: a retrospective analysis of their aetiology, diagnose and treatment. *Open Access Maced. J. Med. Sci.* 2019; 7 (10): 1649–1656.
14. Zakaria H.M., Al Awad N.A., Al Kreedes A.S., et al. Recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery. *Oman Med. J.* 2011; 26 (1): 34–38.
15. Овчинников А.А., Ясногородский О.О. Применение лазеров и эндостентов в лечении прогрессирующих рубцовых стенозов трахеи. *Лазерная медицина.* 2000; 4 (4): 25–31.
16. Паршин В.Д., Титов В.А., Паршин В.В. и др. Циркулярная резекция при рубцовом стенозе трахеи и функционирующей трахеостоме. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2017; 9: 23–32.
17. Pincet L., Lecca G., Chrysogelou I., Sandu K. External laryngotracheal trauma: a case series and an algorithmic management strategy. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2024; 281 (4): 1895–1904.
18. Hillel A.T., Namba D., Ding D., et al. An in situ, in vivo murine model for the study of laryngotracheal stenosis. *JAMA Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2014; 140 (10): 961–966.
19. Pasick L.J., Anis M.M., Rosow D.E. An updated review of subglottic stenosis: etiology, evaluation, and management. *Curr. Pulmonol. Rep.* 2022; 11 (2): 29–38.
20. Xu M., Hu B., Chen J., et al. Mechanisms of fibrosis in iatrogenic laryngotracheal stenosis: new discoveries and novel targets. *Biomed. Pharmacother.* 2024; 170: 115995.
21. Zaghi S., Alonso J., Orestes M., et al. Idiopathic subglottic stenosis: a comparison of tracheal size. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 2016; 125 (8): 622–626.
22. Romero-Sanchez G.T., Ramirez-Garcia K., González Putoy M.Y., et al. Imaging evaluation of laryngotracheal stenosis. *Radiographics.* 2025; 45 (8): e240206.
23. Morshed K., Trojanowska A., Szymański M., et al. Evaluation of tracheal stenosis: comparison between computed tomography virtual tracheobronchoscopy with multiplanar reformatting, flexible tracheofiberoscopy and intra-operative findings. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2011; 268 (4): 591–597.
24. Шевченко Ю.В., Селиверстов П.В., Нечаев Е.В. Изометрия стенозов гортани и трахеи с помощью мультиспиральной компьютерной томографии. *Сибирский медицинский журнал.* 2014; 124 (1): 117–121.
25. Ashiku S.K., Kuzucu A., Grillo H.C., et al. Idiopathic laryngotracheal stenosis: effective definitive treatment with laryngotracheal resection. *J. Thoracic Cardiovasc. Surg.* 2004; 127 (1): 99–107.
26. Oh S.K., Park K.N., Lee S.W. Long-term results of endoscopic dilatation for tracheal and subglottic stenosis. *Clin. Exp. Otorhinolaryngol.* 2014; 7 (4): 324–328.
27. Feinstein A.J., Goel A., Raghavan G., et al. Endoscopic management of subglottic stenosis. *JAMA Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2017; 143 (5): 500–505.
28. Śladowska J., Rzepakowska A. A contemporary review of surgical options in laryngotracheal stenosis. *Indian J. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2025; 77 (1): 570–581.
29. Freitag L., Ernst A., Unger M., et al. A proposed classification system of central airway stenosis. *Eur. Respir. J.* 2007; 30 (1): 7–12.
30. Dumon J.F. A dedicated tracheobronchial stent. *Chest.* 1990; 97 (2): 328–332.
31. Старков Ю.Г., Солодинина Е.Н., Слепенкова К.В., Есаков Ю.С. Эндоскопическое стентирование трахеи при рубцовых стенозах с целью подготовки к хирургическому лечению. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2013; 8: 15–17.
32. Ясногородский О.О., Шулуток А.М., Пинчук Т.П. и др. Лечение трахеальных и ларинготрахеальных рубцовых стенозов и рестенозов. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2016; 12: 31–36.
33. Ranu H., Evans J., Sheth A., Madden B.P. Removal of long-term tracheal stents with excellent tracheal healing. *Ann. Thorac. Surg.* 2010; 89 (2): 598–602.
34. Grillo H.C., Donahue D.M., Mathisen D.J., et al. Postintubation tracheal stenosis: treatment and results. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1995; 109 (3): 486–492.
35. Freitag L., Darwiche K. Endoscopic treatment of tracheal stenosis. *Thorac. Surg. Clin.* 2014; 24 (1): 27–40.
36. Крюков А.И., Кирасирова Е.А., Тюгина С.И. и др. Имплантационные материалы в реконструктивной хирургии гортани и трахеи. *Вестник оториноларингологии.* 2022; 87 (3): 78–84.
37. Fabre D., Kolb F., Fadel E., et al. Successful tracheal replacement in humans using autologous tissues: an 8-year experience. *Ann. Thorac. Surg.* 2013; 96 (4): 1146–1155.



38. Dos Santos A.C., Holzlsauer G.M., de Lima Parra J.P.R.L., et al. Organic and synthetic substitutes in tracheal reconstruction: a scoping review (2015–2025). *Bioengineering*. 2025; 12 (7): 704.
39. Abouarab A.A., Elsayed H.H., Elkhayat H., et al. Current solutions for long-segment tracheal reconstruction. *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2017; 23 (2): 66–75.
40. Kim D.Y., Pyun J., Choi J.W., et al. Tissue-engineered allograft tracheal cartilage using fibrin/hyaluronan composite gel and its in vivo implantation. *Laryngoscope*. 2010; 120 (1): 30–38.
41. Feng M., Ahmed K.H., Punjabi N., Inman J.C. A contemporary review of trachea, nose, and ear cartilage bioengineering and additive manufacturing. *Biomimetics*. 2024; 9 (6): 327.
42. Ягудин Р.К., Ягудин К.Ф. Аллопластика ларинготрахеостомы полипропиленовой сеткой Эсфил. *Вестник оториноларингологии*. 2007; 1: 32–36.
43. Gaafar A.A., El-Daly A., Gaafar H.A. Laryngotracheal augmentation using titanium mesh. *J. Laryngol. Otol.* 2008; 122 (4): 391–396.
44. Mammana M., Veronesi G., Bertani A., et al. Tracheal tissue engineering: principles and state of the art. *Bioengineering*. 2024; 11 (2): 198.
45. Ягудин Р.К., Ягудин К.Ф. Опыт применения двухэтапной ларинготрахеопластики в лечении подскладковых и подскладково-трахеальных рубцовых стенозов у взрослых. *Вестник оториноларингологии*. 2015; 80 (2): 53–59.
46. Prasanna Kumar S., Ravikumar A., Senthil K., et al. Role of Montgomery T-tube stent for laryngotracheal stenosis. *Auris Nasus Larynx*. 2014; 41 (2): 195–200.
47. Montgomery W.W. Silicone tracheal T-tube. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 1974; 83 (1): 71–75.
48. Montgomery W.W., Montgomery S.K. Manual for use of Montgomery laryngeal, tracheal, and esophageal prostheses: update 1990. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. Suppl.* 1990; 150: 2–28.
49. Eliachar I., Nguyen D. Laryngotracheal stent for internal support and control of aspiration without loss of phonation. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 1990; 103 (5): 837–840.
50. Monnier P. *Pediatric airway surgery: Management of laryngotracheal stenosis in infants and children*. Berlin; Springer Berlin, Heidelberg; 2011.
51. Monnier P., Lang F., Savary M. Partial cricotracheal resection for pediatric subglottic stenosis: a single institution's experience in 60 cases. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2003; 260 (6): 295–300.
52. Овчинников А.Ю., Лежнев Д.А., Мирошниченко Н.А., Екатеринчев В.А. Трубка эндотрахеально-трахеостомическая Т-образная силиконовая рентгенконтрастная. Патент RU 2765777 С2, 02.02.2022.
53. Овчинников А.Ю., Решетов Д.Н., Ткаченко А.А., Григорьева Е.В. Персонализированная мультидисциплинарная стратегия восстановления дыхательной функции гортани при опухолевых стенозах. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал*. 2026; 14 (1): 179–186.

Personalized Approach in Surgical Restoration of Respiratory Function in Chronic Laryngeal Stenosis

A.Yu. Ovchinnikov, PhD, Prof., D.N. Reshetov, PhD, A.A. Tkachenko, E.V. Grigoryeva, PhD, Prof., D.N. Atlashkin, PhD
Russian University of Medicine, Moscow

Contact person: Anastasiia A. Tkachenko, lor@anastasija-tkachenko.ru

Aim. To present an analysis of modern surgical techniques of chronic laryngeal stenosis (CLS) and propose a personalized algorithm for planning and implementing a surgical strategy in patients with extended and multilevel stenosis.

Key points. The problem of CLS remains one of the most difficult in otorhinolaryngology, despite the constant development of surgical technologies. The high frequency of relapses, the risk of complications and a significant decrease in the quality of life of patients dictate the need to find new, more effective personalized methods of reconstruction. This article presents an analysis of modern surgical techniques: endoscopic technologies, current types of resections, reconstructive plastic surgery using various implant materials. Particular attention is paid to the use of endoprosthesis for the formation of the laryngeal lumen, the existing limitations, such as the inconsistency of standard endoprosthesis with individual anatomical parameters, the risk of tissue ischemia and the lack of a unified algorithm for planning the operation.

Conclusion. Based on the analysis, the relevance of developing a personalized approach integrating preoperative modeling based on multispiral computed tomography data and the use of an individual laryngeal lumen shaper is substantiated. The proposed line of research will allow a transition from standardized to personalized surgery, which is expected to improve postoperative functional outcomes and reduce the incidence of postoperative complications.

Keywords: chronic laryngeal stenosis, reconstructive laryngeal surgery, laryngotracheoplasty