



<https://doi.org/10.34883/PI.2025.14.3.002>



Заполянский А.В.✉, Линник Ю.И., Потехина Е.Е., Вершицкая А.А., Григорович Т.Н.,
Коновалова А.А., Мараховский К.Ю., Мараховская П.К.

Республиканский научно-практический центр детской хирургии, Минск, Беларусь

Слайд-пластика трахеи у новорожденного с низкой массой тела и критическим врожденным протяженным стенозом трахеи: клинический случай

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: Заполянский А.В. – выполнение операции, разработка концепции, написание и окончательное редактирование текста; Линник Ю.И. – выполнение операции, редактирование текста; Потехина Е.Е. – участие в операции, сбор и интерпретация данных, написание статьи; Вершицкая А.А. – участие в операции, сбор и интерпретация данных, написание статьи; Григорович Т.Н. – участие в операции, написание статьи; Коновалова А.А. – сбор и интерпретация данных, написание статьи; Мараховский К.Ю. – выполнение эндоскопии, редактирование текста; Мараховская П.К. – сбор и интерпретация данных, редактирование текста.

Этическое заявление: исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации.

Информированное согласие: получено информированное согласие родителей ребенка на анонимное опубликование его данных в медицинском издании.

Подана: 04.02.2025

Принята: 15.05.2025

Контакты: andrei.zapalianski@gmail.com

Резюме

Введение. Врожденный стеноз трахеи представляет собой редкий, угрожающий жизни ребенка порок развития, характеризующийся наличием полных хрящевых колец трахеи. При критическом сужении просвета пациенты имеют выраженную симптоматику респираторного дистресс-синдрома сразу после рождения.

Цель. Описать случай успешной хирургической коррекции врожденного протяженного (52%) критического стеноза трахеи у новорожденного с низкой массой тела с применением интраоперационного подключения экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО).

Материалы и методы. В РНПЦ детской хирургии был доставлен новорожденный 10 дней с массой тела 1970 г и клиническими проявлениями выраженного респираторного дистресс-синдрома. По данным проведенного обследования (КТ-ангиография грудной клетки и ларинготрахеобронхоскопия) установлен диагноз врожденного критического стеноза 52% длины трахеи. На 14-е сутки жизни ребенка выполнена операция – слайд-пластика трахеи с подключением ЭКМО.

Результаты. Послеоперационный период протекал гладко. Ребенок был экстубирован на 11-е сутки после операции. Спонтанное дыхание эффективное. На 26-е сутки после операции ребенок был переведен в педиатрическое отделение для дальнейшего лечения.

Заключение. Результат демонстрирует высокую эффективность операции слайд-пластики трахеи у новорожденного с низкой массой тела и врожденным критическим стенозом 52% длины трахеи. Использование ЭКМО позволило безопасно выполнить сложную реконструкцию трахеи в этом возрасте и спасти ребенка от прогрессирования ДН и смерти.

Ключевые слова: врожденный стеноз трахеи, полные хрящевые кольца трахеи, слайд-пластика трахеи, ЭКМО, клинический случай

Zapalianski A.✉, Linnik Y., Patsekhina L., Viarshytskaya H., Hryharovich T., Konovalova A., Marakhouski K., Marakhouskaya P.

Republican Scientific and Practical Center of Pediatric Surgery, Minsk, Belarus

Slide Tracheoplasty in a Newborn with Low Body Weight and Critical Congenital Long-Segment Tracheal Stenosis: A Case Report

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: performing surgery, research concept and design, text writing, final text editing – Zapalianski A.; performing surgery, editing – Linnik Y.; participating in the surgery, data collecting and interpreting, text writing – Patsekhina L.; participating in the surgery, data collecting and interpreting, text writing – Viarshytskaya H.; participating in the surgery, text writing – Hryharovich T.; participating in the surgery, text writing – Konovalova A.; performing endoscopy, editing – Marakhouski K.; data collecting and interpreting, editing – Marakhouskaya P.

Ethics statement: the study was carried out in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki.

Informed consent: informed consent was obtained from the child's parents for anonymous publication of her data in a medical journal.

Submitted: 04.02.2025

Accepted: 15.05.2025

Contacts: andrei.zapalianski@gmail.com

Abstract

Introduction. Congenital tracheal stenosis is a rare and life-threatening anomaly characterized by the presence of complete tracheal rings. In the critical lumen narrowing, patients present severe symptoms of respiratory distress syndrome immediately after birth.

Purpose. To describe a case of successful surgical treatment of congenital long-segment (52%) critical tracheal stenosis in a low weight newborn using intraoperative ECMO.

Materials and methods. A 10-day-old newborn (body weight 1970 g) with clinical manifestations of severe respiratory distress syndrome was admitted to the Republican scientific and practical center of pediatric surgery. Based on the examination data (chest CT angiography and laryngotracheobronchoscopy), a diagnosis of congenital critical stenosis affecting 52% of the trachea was established. On the 14th day of life, the child underwent a surgery: slide tracheoplasty with intraoperative ECMO was performed.

Results. The postoperative period was uneventful. The child was extubated on the 11th day after the surgery. Spontaneous breathing was effective. On the 26th day after surgery, the child was discharged to the pediatric department for further treatment.

Conclusion. The result obtained demonstrates the high efficiency of the slide tracheoplasty in a low weight newborn with congenital long-segment (52%) critical tracheal stenosis. The use of ECMO allowed performing a complicated tracheal reconstruction safely in a child at such an early age and rescued the child from respiratory failure progression and death.

Keywords: congenital tracheal stenosis, complete tracheal rings, slide tracheoplasty, ECMO, case report



■ ВВЕДЕНИЕ

Врожденный стеноз трахеи (ВСТ) представляет собой редкий и угрожающий жизни ребенка порок развития, характеризующийся наличием полных хрящевых колец трахеи [1–3]. Частота встречаемости составляет 1 на 64 500 – 100 000 живорожденных [4]. Протяженность стеноза определяется количеством полных колец, которые могут располагаться в трахее, а также распространяться на один или оба главных бронха (частота достигает 25%) [5]. Для пациентов детского возраста поражение более 50% длины трахеи является признаком протяженного стеноза.

Клинические проявления порока могут варьировать от почти бессимптомного течения до молниеносной жизнеугрожающей обструкции дыхательных путей. При критическом сужении просвета пациенты имеют выраженную симптоматику респираторного дистресс-синдрома сразу после рождения. В этих случаях возникает критическая ситуация для врача-реаниматолога, когда невозможно выполнить интубацию трахеи и обеспечить адекватную вентиляционную поддержку. Эти обстоятельства требуют быстрой и отработанной диагностической тактики и оказания экстренной хирургической помощи. В некоторых случаях только экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО) может спасти жизнь ребенка. У некоторых детей, особенно со слингом левой легочной артерии (ЛЛА), манифестация клинических проявлений возникает позднее, в первый год жизни, когда суживается сосудистое кольцо. Иногда ВСТ диагностируются во время проведения наркоза по поводу какой-либо операции или в раннем послеоперационном периоде, когда не удается уйти от респираторной поддержки.

Гипоксемия и асфиксия являются основными причинами смертности у пациентов с ВСТ. Ключом к лечению является обеспечение адекватной оксигенации, вентиляции легких и экстренное хирургическое вмешательство. Без хирургического лечения неблагоприятный исход достигает 80%. В 1989 г. Р. Goldstraw и V. Tsang [6] впервые описали и выполнили операцию слайд-пластики трахеи (СПТ) для коррекции врожденного протяженного стеноза трахеи. Операция заключалась в поперечном пересечении трахеи в середине стеноза, вертикальном рассечении верхнего сегмента по передней стенке и нижнего сегмента по задней стенке, встречном смещении фрагментов и формировании косого анастомоза трахеи «бок в бок». В результате операции диаметр трахеи увеличивается двукратно при ее укорочении в два раза.

В настоящее время СПТ является операцией выбора в лечении ВСТ у детей, даже в случаях ненормального разветвления трахеобронхиального дерева (ТБД). Неоспоримым преимуществом этой операции является использование для реконструкции собственных тканей трахеи. Уже в раннем послеоперационном периоде просвет трахеи быстро выстилается нормальным эпителием. Отдаленные результаты демонстрируют удовлетворительный рост и развитие дыхательных путей после операции [4]. В литературе приводятся лишь единичные данные о выполнении этой операции у новорожденных [7].

■ ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Описать случай успешной хирургической коррекции врожденного протяженного критического стеноза трахеи у новорожденного с низкой массой тела с применением интраоперационного подключения ЭКМО.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В РНПЦ детской хирургии находился на лечении новорожденный массой тела 1950 г с протяженным критическим стенозом трахеи. Для уточнения диагноза выполнена ларинготрахеобронхоскопия и КТ-ангиография органов грудной клетки. На 14-е сутки жизни в связи с выраженным дистресс-синдромом выполнена операция СПТ с подключением вено-артериального ЭКМО центральным доступом. Описана динамика клинических проявлений, объективные данные, результаты выполненных обследований и этапы лечения пациента от поступления в отделение интенсивной терапии и реанимации РНПЦ детской хирургии до перевода на следующий этап выхаживания.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Клинический случай

Пациент Н., девочка 10 дней жизни, доставлена в РНПЦ детской хирургии реанимационной транспортной бригадой с целью дообследования и определения дальнейшей тактики лечения. Предварительный диагноз: стеноз трахеи? Расщелина твердого и мягкого неба. Врожденный гипотиреоз. ВПС: ДМЖП.

Из анамнеза известно, что ребенок от 1-й беременности, 1-х родов в сроке гестации 37 недель (259 дней). Акушерско-гинекологический анамнез: цервикальная эктопия, кольпит, ОРИ во 2-м триместре, хроническая фетоплацентарная недостаточность, хроническая гипоксия плода, хронический тонзиллит. Наследственный анамнез не отягощен. Предлежание головное. Околоплодные воды светлые, плацента без особенностей. Родилась девочка с весом 2000 г, длиной тела 42 см, окружностью головы 32 см. Оценка по шкале Апгар 8/8.

Сразу после рождения состояние ребенка оценивалось как удовлетворительное. При объективном осмотре имелись стигмы развития в виде монголоидного разреза глаз, эпиканта, фенотипически выставлен диагноз синдрома Дауна (диагноз не подтвержден, кариотип 46, XX). Спонтанное дыхание было эффективным, аускультативно проводилось по всем легочным полям. Однако на втором часу жизни начала нарастать дыхательная недостаточность, что потребовало перевода пациента на ИВЛ. Во время интубации трахеи после прохождения голосовой щели отмечалось упругое сопротивление на расстоянии 1,5 см от голосовой щели. Провести интубационную трубку за зону сужения не удалось, она позиционирована над препятствием на расстоянии 7 см от угла рта. Начата ИВЛ в конвенциональном режиме. На основании имеющейся симптоматики у ребенка заподозрен врожденный стеноз трахеи. Из сопутствующей патологии: расщелина твердого и мягкого неба, врожденный гипотиреоз, ВПС: ДМЖП.

Состояние ребенка при поступлении в РНПЦ детской хирургии тяжелое, тяжесть обусловлена ДН 3-й степени. Проводится ИВЛ в режиме SIMV с параметрами $P_{in}=25$ mbar, $T_i=0,37$ s, $f=30$ bpm, $FiO_2=30\%$, $PEEP=5$ mbar. Сатурация 97%. Экскурсия грудной клетки удовлетворительная, обе половины участвуют в акте дыхания одинаково. Аускультативно дыхание жесткое, проводится во все отделы, выслушиваются влажные мелкопузырчатые хрипы. Из ЭТТ серозная мокрота в умеренном количестве. В артериальном КОС выраженная гипоксемия: $pO_2=44,5$, $sO_2=88\%$. Лактат = 1,2. Гемодинамика относительно стабильная: инвазивное АД = 52/38 мм рт. ст., ЧСС = 120–130 уд/мин. Масса тела – 1970 г.



Для детального понимания анатомии дыхательных путей и наличия сопутствующей патологии сердечно-сосудистой системы выполнено комплексное обследование.

Рентгенография органов грудной клетки. В верхних легочных полях с обеих сторон затенения, легочной рисунок усилен. Заключение: рентген-данные могут соответствовать двусторонней пневмонии.

Ларинготрахеобронхоскопия. Осмотр аппаратом 1,8 мм через эндотрахеальную трубку, затем ларингоскопом 3,1 мм через ларингеальную маску. Преддверные складки и черпаловидные хрящи отечные, голосовые складки по верхнему полюсу раскрываются не полностью. В подскладковом пространстве просвет гортани сужен до 3,0 мм. В среднегрудном отделе просвет трахеи имеет выраженный изгиб, сразу за которым отмечается зона сужения в виде полных хрящевых колец, при прохождении которой аппарат 3,1 мм полностью обтурирует просвет (рис. 1). Заключение: стеноз средней трети трахеи (полные хрящевые кольца трахеи). Подскладочный стеноз гортани.

КТ-ангиография ОГК (выполнена на ларингеальной маске). Главные, долевыми и сегментарные бронхи проходимы. Длина трахеи около 4 см. Трахея делает выраженный С-образный изгиб в левую сторону. В подскладковом пространстве просвет гортани сужен до 2 мм на протяжении 5 мм. Диаметр просвета трахеи в шейном отделе 3–3,5 мм. В средней трети просвет трахеи на протяжении 2,1 см (52% всей длины трахеи) конусовидно сужен до 1,6 мм – на 60% от диаметра в проксимальном отделе (рис. 2). Диаметр трахеи на уровне бифуркации 3,3 мм. Левый изомеризм бронхов. Диаметр правого главного бронха 3 мм, левого – 2,5 мм. Заключение: КТ-признаки протяженного стеноза трахеи. КТ-признаки подскладочного стеноза гортани.

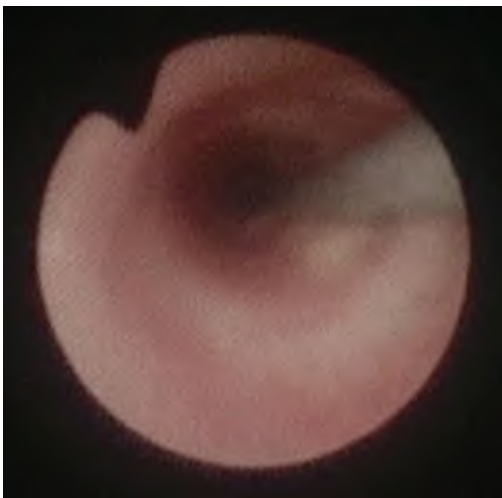


Рис. 1. Трахеобронхоскопия. Полные кольца трахеи в зоне стеноза
Fig. 1. Tracheobronchoscopy. Complete tracheal rings in the area of the stenosis

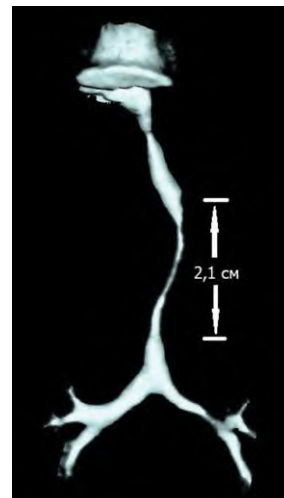


Рис. 2. КТ органов грудной клетки. 3D-реконструкция трахеи и бронхов
Fig. 2. CT of the chest. 3D reconstruction of the trachea and bronchi

Левый изомеризм бронхов. Правосторонняя верхнедолевая пневмония. ДМЖП малых размеров. Данных за сосудистое кольцо не выявлено.

ЭхоКГ. Заключение: ВПС: ДМЖП малых размеров.

На основании проведенного обследования выставлен клинический диагноз: врожденный протяженный критический стеноз трахеи. Левый изомеризм бронхов. Расщелина твердого и мягкого неба. Врожденный гипотиреоз. ДМЖП малых размеров.

Учитывая протяженность зоны стеноза трахеи – 2,1/4 см (52%), критическое сужение трахеи до 1,5 мм, прогрессирующую клиническую симптоматику и невозможность провести интубационную трубку за зону сужения, принято решение о выполнении хирургической коррекции порока по срочным показаниям. Предполагаемая операция – стернотомия, СПТ с подключением ЭКМО центральным доступом.

На 14-е сутки жизни ребенку выполнена операция по коррекции ВПР: стернотомия, СПТ с подключением ЭКМО.

Протокол операции. Цервикостернотомия с удалением тимуса. Вскрыт перикард. Выделен артериальный проток диаметром до 3 мм, клипирован. Выполнена канюляция правого предсердия и аорты, подключен аппарат ЭКМО. Мобилизована дуга аорты, брахиоцефальный ствол, правая легочная артерия, левая брахиоцефальная вена. Трансперикардальным доступом выполнена мобилизация трахеи от перстневидного хряща до карины и главных бронхов (рис. 3).

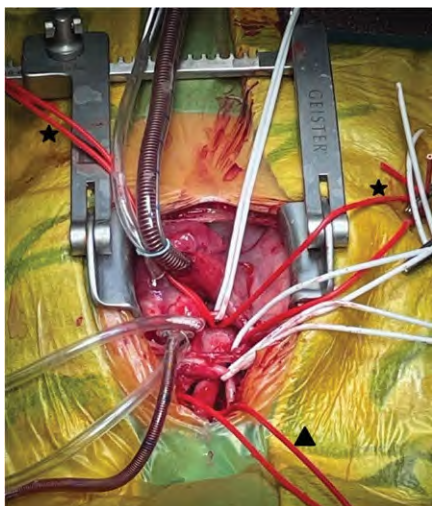


Рис. 3. Трахея полностью мобилизована. Звездочками помечены держатели вокруг правого и левого бронхов, треугольником – держатель вокруг зоны стеноза
Fig. 3. The trachea was exposed completely. The holders around the right and left bronchi are marked with asterisks, the holder around the stenosis area is marked with a triangle



Рис. 4. Продольное рассечение сегментов трахеи. Проксимальный – по задней стенке, дистальный – по передней
Fig. 4. Longitudinal incisions of the tracheal segments. The proximal segment – posteriorly, the distal segment – anteriorly



При ревизии выявлен протяженный стеноз верхней и средней трети трахеи за счет полных хрящевых колец. Наружный диаметр суженного сегмента составляет не более 3–3,5 мм. С применением интраоперационной видеобронхоскопии и пункции трахеи инъекционной иглой 26G маркирована верхняя граница стеноза. Протяженность стеноза около 2 см. Трахея поперечно пересечена в середине сужения, внутренний диаметр в зоне сужения до 2 мм. Верхний сегмент рассечен вертикально по задней стенке до печатки перстневидного хряща, нижний – по передней стенке до карины (рис. 4).

Выполнена слайд-пластика трахеи по методике Grillo П-образными выворачивающими швами Пролен 6/0. После окончания пластики выполнена интраоперационная видеобронхоскопия и интубация трахеи трубкой № 3 на 5 мм выше уровня карины.

Контроль аэрозаза и гемостаза. Лаваж ТБД. Экскурсия обоих легких удовлетворительная. Уход от ЭКМО, удаление канюль. Дренирование правой плевральной полости и средостения. Шов грудины. Послойный шов раны. Повязки.

Длительность операции составила 3,5 ч. Длительность процедуры ЭКМО – 3 ч. 20 мин.

Анестезиологическое пособие. Ребенок поступил в операционную на ИВЛ: эндотрахеальная трубка 2,5 мм на 7 см (у угла рта) в режиме SIMV с параметрами Pin 23 mbar, Ti 0,37 s, f 30 bpm, FiO₂ 30%, PEEP 5 mbar. Индукция: ингаляционная N₂O : O₂ – 2 : 1, севофлюран до 1 об.%. Обезболивание – фентанил 1 мкг/кг, релаксация – рокуроний 0,6 мг/кг. Поддержание анестезии: ТВА – титрование фентанила 5 мкг/кг/ч, рокурония 10 мкг/кг/мин, болюсы мидазолама 0,5 мг/кг каждые 30–40 мин. После начала процедуры ЭКМО параметры ИВЛ снизились: Pin 20 mbar, Ti 0,37 s, f 10 bpm, FiO₂ 21%, PEEP 10 mbar. Инфузионная терапия: инфузионная терапия глюкозо-солевыми растворами (с подачей по глюкозе 0,4–0,2 г/кг/ч), эритроциты, обедненные лейкоцитами, в добавочном растворе – 80 мл (коррекция анемии), альбумин 5% – 50 мл. После пластики трахеи выполнена бронхоскопия через ларингеальную маску, после чего под контролем видеобронхоскопии выполнена интубация трахеи трубкой № 3 на 9,5 см (у угла рта).

Для проведения ЭКМО использовался центральный доступ, аортальная канюля 8 Fr (Medtronic DLP), венозная канюля 14 Fr (Medtronic DLP). Сет Medos с оксигенатором максимального потока до 0,8 л/мин, сет предварительно заполнен эритроцитами, обедненными лейкоцитами, в добавочном растворе 310 мл и 20%-ным альбумином 50 мл. Антикоагуляционная терапия проводилась гепарином в дозе 50 ЕД/кг (100 ЕД) до канюляции (АВСК 208 сек.). Во время операции был дотирован гепарин 100 ЕД (АВСК 325 сек.). Нейтрализация гепарина: протамин 400 Ед/кг (АВСК – 104 сек.). Параметры процедуры: BSA 0,15 м², поток крови 0,21–0,3 л/мин, обороты мотора 4600–5000/мин, газ 0,1–0,5 л/мин, FiO₂ 60–100%.

Послеоперационный период. Ребенок поступил из операционной на ИВЛ. Эндотрахеальная трубка 3.0 установлена на 0,5 см выше карины. Параметры ИВЛ: Pin 24 mbar, Ti 0,37 s, f 30 bpm, FiO₂ 50%, PEEP 6 mbar. В течение 3 суток после операции проводилась аналгоседация и миоплегия (фентанил, атракурий). С первых послеоперационных суток ребенку была назначена гормонозаместительная терапия дексаметазоном в дозе 0,4 мг/кг/сут с последующим снижением дозы и отменой на 10-е послеоперационные сутки.



Рис. 5. Обзорная РГ органов грудной клетки. 11-е сутки после операции
Fig. 5. X-ray of the chest. 11th day after surgery

Параметры ИВЛ в динамике смягчались, с 5-х суток после операции ребенок переведен на вспомогательный режим вентиляции. На 11-е послеоперационные сутки ребенок был экстубирован. Дыхание самостоятельное эффективное. Респираторный дистресс выражен умеренно. Экскурсия грудной клетки удовлетворительная. Аускультативно дыхание жесткое, проводится во все отделы, хрипы влажные мелкопузырчатые по всем полям. Голос громкий. Кашлевой рефлекс не выражен. Проводился активный респираторный уход: ингаляции с адреналином, преднизолоном, санация ВДП, вибромассаж грудной клетки. ЧД 36–32/мин, сатурация 85–86% на атмосферном воздухе, при подаче кислорода потоком 2 л/мин – 99–100%. Показатели кислотно-щелочного состояния компенсированы. На контрольной РГ органов грудной клетки (рис. 5): в легочных полях без очаговых и инфильтративных теней, легочной рисунок усилен, резко усилен в прикорневых отделах. Корни отечные. Сердце и средостение обычных размеров и положения. Синусы свободные.

В дальнейшем дыхание ребенка эффективное. ЧД 37–42/мин. Сатурация на атмосферном воздухе 89–92%. На 26-е сутки после операции для дальнейшего лечения ребенок переведен на второй этап выхаживания новорожденных для совместного пребывания с матерью. На момент перевода ребенок находился на полном энтеральном обеспечении, проводился активный респираторный уход.

В послеоперационном периоде прогноз для жизни благоприятный. Прогноз для здоровья – не определен. Для оценки проходимости дыхательных путей и появления грануляций в раннем послеоперационном периоде рекомендовано выполнение контрольной трахеобронхоскопии через 2 месяца после операции.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

ВСТ характеризуется наличием полных трахеальных колец, которые могут располагаться в различных отделах трахеи. Суженный сегмент имеет различную протяженность и при выполнении эндоскопии чаще всего имеет тоннелевидную форму с отсутствием мембранозной части по задней стенке. Стеноз может вовлекать главные



бронхи, а также сочетаться с аномальным правым верхнедолевым бронхом или мостовидным бронхом ниже сужения [5, 8]. Приблизительно 60–70% детей с ВСТ имеют множественные пороки развития, среди которых преобладают аномалии сердечно-сосудистой системы. Одним из самых частых сопутствующих пороков является слинг ЛЛА, который присутствует приблизительно в 50–65% случаев [9, 10].

Манифестация симптомов и степень их выраженности во многом определяются степенью сужения просвета трахеи и протяженностью поражения. В наиболее тяжелых случаях пациенты могут иметь прогрессирующую симптоматику респираторного дистресс-синдрома сразу после рождения, что диктует необходимость ИВЛ и проведения интенсивной респираторной поддержки.

Ключевыми методами обследования этих пациентов являются КТ-ангиография органов грудной клетки и ларинготрахеобронхоскопия. КТ с контрастным усилением и построением 3D-модели ТБД позволяют четко определить протяженность сужения и его диаметр, уточнить анатомию дыхательных путей и наличие внетрахеальных аномалий, вызывающих компрессию трахеи. При выполнении эндоскопии оценивается анатомия и просвет верхних дыхательных путей, а также непосредственно определяется зона сужения по появлению замкнутых хрящевых колец на месте мембранозной части трахеи.

Имеется значительная вариабельность как в морфологических подтипах порока, так и в прогнозе, поэтому предложено несколько классификаций ВСТ. Так, Sprenggiorin S. et al. [5] классифицировали стенозы по поражению только трахеи или с распространением стеноза (с наличием полных хрящевых колец) на один или оба главных бронха (частота достигает 25%). По анатомии деления трахеи: 1-й тип (62%) – нормальное разветвление трахеи; 2-й тип (11,9%) – трахеальный правый верхнедолевой бронх; 3-й тип (16,6%) – трифуркация карины; 4-й тип (9,5%) – единственное легкое.

В течение последних 30 лет было предложено множество хирургических техник для коррекции ВСТ. В 1989 г. Tsang V. et al. [6] впервые описали методику операции СПТ, выполненной у двух пациентов. Автор использовал поперечный разрез на шее при вовлечении всей трахеи и торакотомию справа при локализации стеноза в нижней трети, особенно при вовлечении карины или aberrантной ЛЛА. В настоящее время после нескольких модификаций СПТ показала наилучшие клинические результаты и стала операцией выбора для лечения протяженных ВСТ, даже в случаях ненормального разветвления ТБД.

СПТ дает прекрасные ближайшие и отдаленные результаты за счет того, что реконструкция выполняется с использованием собственных тканей трахеи. Кроме того, создается стабильная хрящевая конструкция, выстланная нормальным многослойным мерцательным эпителием, методика не приводит к сильному натяжению между сегментами и позволяет сохранить хорошее латеральное кровоснабжение трахеи. Что касается непосредственного результата операции, то окружность трахеи увеличивается в 2 раза, а площадь поперечного сечения – в 4 [7]. Результаты, приведенные в разных публикациях, свидетельствуют об успешном выполнении СПТ при протяженности зоны стеноза от 40 до 70% длины трахеи и диаметром сужения от 2 до 3 мм [4,10].

Хирургическая коррекция стеноза трахеи не может быть безопасно выполнена без адекватной вентиляции. У пациентов детского возраста небольшой диаметр дыхательных путей, повышенная потребность в оксигенации, выше эластичность

хрящевой стенки. Обычные методы обеспечения вентиляции и оксигенации, такие как ИВЛ через ларингеальную маску или эндотрахеальную трубку, обычно подходят для выполнения резекции трахеи у пациентов с короткими стенозами и легкой обструкцией дыхательных путей. У пациентов с протяженными критическими стенозами трахеи для поддержания адекватного газообмена подходящим вариантом могут быть методы экстракорпоральной поддержки: ЭКМО либо искусственное кровообращение (ИК). Эти методики позволяют выполнять реконструктивно-пластические операции на трахее без вентиляции легких в течение всего периода раскрытия трахеального просвета, сохраняя при этом адекватную оксигенацию крови.

В клинической практике первые операции СПТ были выполнены с использованием методики «шунт-дыхание» [6, 7, 11]. Она заключалась в том, что после поперечного пересечения трахеи в середине стеноза осуществляется интубация в дистальную трахею или левый главный бронх интубационной трубкой диаметром 2–3 мм через операционное поле. Проксимальная эндотрахеальная трубка подтягивается в подскладочное пространство гортани. После этого выполняются вертикальные разрезы сегментов. После рассечения дистального сегмента более широкая эндотрахеальная трубка устанавливается в дистальном сегменте нормальной трахеи. Во время формирования анастомоза приходилось постоянно удалять/позиционировать трубку, используя предварительную преоксигенацию пациента (intermittent ventilation). Перед завершением анастомоза эндотрахеальная трубка позиционируется так, чтобы она находилась в центре анастомоза. Указанная методика обеспечения вентиляции легких во время операции имеет высокие риски нарушения адекватного газообмена, значительно затрудняет выполнение основного этапа операции и тем самым значительно повышает вероятность развития интра- и послеоперационных осложнений.

На тот период развития медицины ИК использовалось при операциях на трахее, однако значительно утяжеляло течение послеоперационного периода и сопровождалось высокой летальностью. Многие хирурги выступали против ИК, считая этот метод при операциях на трахее неоправданно рискованным. Однако в настоящее время, когда методы экстракорпоральной оксигенации получили значительное развитие и трансстернальный доступ стал основным для выполнения реконструктивных вмешательств на трахее у детей, методики ИК и ЭКМО стали «золотым стандартом» обеспечения адекватного газообмена во время операции [4, 12].

Главным преимуществом ИК перед ЭКМО является возможность одновременно выполнить коррекцию кардиохирургической патологии. В свою очередь ЭКМО у детей имеет несколько существенных преимуществ. Современные оксигенаторы, имеющие полимерную мембрану со специальным покрытием волокон, способны работать до 30 суток. Это особенно важно у детей в раннем послеоперационном периоде, когда существует риск гемодинамической нестабильности и отека дыхательных путей в зоне операции. По сравнению с ИК ЭКМО требует меньшей гепаринизации пациента, что существенно снижает риски кровотечения и геморрагических осложнений как во время операции, так и в раннем послеоперационном периоде. Кроме того, контур ЭКМО имеет меньше объем заполнения по сравнению с ИК, что приводит к уменьшению гемодилюции и объемов гемотрансфузии. Также имеется возможность наладить предоперационное ЭКМО у клинически декомпенсированных пациентов. Так, по данным Spaggiarin S. et al. [5], при критическом ВСТ потребность



в проведении предоперационной ЭКМО была у 10 (11,9%) пациентов, а 44 (52,4 %) пациента потребовали ИВЛ с жесткими параметрами.

Способ канюляции при ЭКМО также остается вариативным. Если необходима только респираторная поддержка, то вено-венозное ЭКМО является методом выбора. Однако у детей с низкой массой тела и недостаточным диаметром сосудов возникают значительные технические сложности с канюляцией. В таких случаях, предполагая реконструктивные вмешательства на трахее, требующие расширенной мобилизации аорты и ЛА, центральное вено-артериальное ЭКМО является предпочтительным.

Прежде считавшийся фатальным, не совместимым с жизнью пороком, в настоящее время ВСТ является курабельной патологией с хорошим прогнозом. Согласно разным исследованиям, послеоперационная летальность составляет от 9,9% до 16,6% [4, 10, 13].

По данным большинства авторов, показания к операции в период новорожденности возникают крайне редко. Только в публикации Grillo H.C. et al. [7] упоминается об успешном выполнении СПТ у пациента 10 дней жизни (вес тела не указан). Анализ литературы показал, что средний возраст пациентов составлял от 5–7,7 месяца [12, 14] до 15–18,6 месяца [4, 10]. В 2006 г. Chiu P. и Kim P. [15] провели анализ данных о факторах, определяющих прогноз хирургического лечения ВСТ. В исследование включили 81 пациента, всем была выполнена СПТ в период с 2009 по 2016 г. Наиболее высокий уровень смертности был отмечен у пациентов младше 1 месяца. По мнению Zhang H. et al. [10], возраст 10–24 месяца является оптимальным для выполнения операции и повышает выживаемость в послеоперационном периоде. Смертность пациентов в возрасте 10–24 месяцев была 5,7%, что значительно ниже, чем у пациентов моложе 10 месяцев (27,3%) и старше 24 месяцев (11,8%). Возможные причины заключаются в том, что у детей младше 10 месяцев просвет трахеи и сужения минимальный, соответственно, и сама операция, и послеоперационный период протекают более тяжело.

Последние данные показывают, что среднее время нахождения на ИВЛ в послеоперационном периоде составляет 10–13 дней [13]. Длительность этого периода определяется необходимостью послеоперационной седации, отеком и состоятельностью анастомоза трахеи, наличием или отсутствием дистальной трахеобронхомалии [12]. В целом ранняя экстубация имеет большое значение в достижении благоприятного результата операции.

Несмотря на то что после СПТ поперечное сечение трахеи не становится нормальным, ее 4-кратное увеличение приводит к излечению от симптомов ДН. По данным Grillo H.C. [11], в реальности окружность увеличивается немного меньше, чем в 2 раза, за счет восьмиобразной, или гантелевидной, формы которую принимают стенки сшитой трахеи. Результаты, приводимые многими авторами, свидетельствуют о том, что СПТ не нарушает рост трахеи. Zhang H. et al. [10] провели анализ 81 пациента после СПТ. У всех пациентов после операции сегменты трахеи показывали продолжающийся пропорциональный рост. Достоверная разница в диаметре трахеи была зафиксирована через 1 и 2 года после операции.

Рецидив стеноза и трахеобронхомалия являются основными осложнениями, с которыми можно столкнуться в послеоперационном периоде. Возникновение рестеноза может быть связано с образованием грануляций по линии анастомоза,

а также с варусной деформацией краев сшитых сегментов и формированием восьмиобразной формы просвета трахеи. По данным Zhang H. et al. [10], частота образований грануляций составила 13,6%, а варусной деформации – 24,7%. В этом плане совершенствование хирургической техники с использованием конгруэнтного выкраивания краев верхнего и нижнего сегментов и выворачивающих швов при выполнении анастомоза улучшают результаты операции.

Наличие сопутствующей трахеобронхомаляции может влиять на исходы лечения пациентов [5]. До операции маляция может клинически не проявляться за счет относительно высокого давления в дыхательных путях дистальнее стеноза, что поддерживает просвет трахеи [13]. В послеоперационном периоде трахеобронхиальная маляция затрудняет уход от ИВЛ, а в наиболее тяжелых случаях пациенты нуждаются в стентировании просвета [12]. С другой стороны, по данным Zhang H. et al. [10], послеоперационная трахеальная или бронхиальная маляция была у 100% пациентов, однако не оказывала влияние на исход и послеоперационные результаты.

Баллонные дилатации и стенты доказали свою эффективность в послеоперационном периоде у большинства пациентов с ВСТ. По данным Sprenggiorin S. et al. [5], после СПТ, выполненной у 84 пациентов, эндоскопические вмешательства потребовались у 40% пациентов, а последующая установка стентов у 21%. В клинической практике Elliott M. et al. [13] использовали металлические стенты, расправляемые баллоном, так как они могут быть последовательно дилатированы по мере роста ребенка. При этом повторных реконструктивных операций по поводу рецидива стеноза не было, что автор связывает с краткосрочным и среднесрочным успехом стентирования (23 стента у 13 пациентов). Несмотря на то что отдаленные результаты имплантации металлических стентов неизвестны, автор наблюдает нескольких пациентов, которые себя прекрасно чувствуют уже более 7 лет после стентирования. Отдаленные результаты показывают хорошее качество жизни пациентов с минимальными вмешательствами, если в послеоперационном периоде не потребовалось стентирования трахеи и бронхов. У пациентов с установленными стентами требуется множество интервенций с регулярными госпитализациями в стационар.

■ ВЫВОДЫ

1. Описанный клинический случай представляет опыт лечения новорожденного ребенка с критическим (до 1,5 мм) протяженным ВСТ и низкой массой тела (1970 г).
2. Результат демонстрирует высокую эффективность операции СПТ в периоде новорожденности при врожденном сужении 52% трахеи.
3. Использование ЭКМО позволило безопасно выполнить сложную реконструкцию трахеи в этом возрасте и спасти ребенка от прогрессирования ДН и смерти.
4. Для улучшения результатов лечения пациентов с ВСТ необходима многопрофильная команда врачей в специализированном центре.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Cantrell J.R., Guild H.G. Congenital stenosis of the trachea. *Am J Surg.* 1964;108:297–305. DOI: 10.1016/0002-9610(64)90023-6
2. Terada M., Hotoda K., Toma M., et al. Surgical management of congenital tracheal stenosis. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;57:175–83. DOI: 10.1007/s11748-008-0399-4
3. Herrera P., Caldarone C., Forte V., et al. The current state of congenital tracheal stenosis. *Pediatr Surg Int.* 2007;23:1033–1044. DOI: 10.1007/s00383-007-1945-3



4. Alkhasov A., Ratnikov S., Lezhnev A., et al. Sliding tracheoplasty of complete tracheal cartilage rings in children. *J Pediatr Surg.* 2023;58(4):624–628. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2022.12.022
5. Speggorin S., Torre M., Roebuck D.J., et al. A New Morphologic Classification of Congenital Tracheobronchial Stenosis. *Ann Thorac Surg.* 2012;93:958–961. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2011.12.019
6. Tsang V., Murday A., Gillbe C., et al. Slide tracheoplasty for congenital funnel-shaped tracheal stenosis. *Ann Thorac Surg.* 1989;48:632–635. DOI: 10.1016/0003-4975(89)90777-7
7. Grillo H.C., Wright C.D., Vlahakes G.J., et al. Management of congenital tracheal stenosis by means of slide tracheoplasty or resection and reconstruction, with long-term follow-up of growth after slide tracheoplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;123:145–152.
8. Antón-Pacheco J.L., Cano I., García A., et al. Patterns of management of congenital tracheal stenosis. *J Pediatr Surg.* 2003;38:1452–1458. DOI: 10.1016/s0022-3468(03)00495-0
9. Antón-Pacheco J.L., Morante R. Operative or non-operative treatment of congenital tracheal stenosis: is there something new? *J Thorac Dis.* 2017;9(12):4878–4880. DOI: 10.21037/jtd.2017.11.75
10. Zhang H., Wang S., Lu Z., et al. Slide tracheoplasty in 81 children: Improved outcomes with modified surgical technique and optimal surgical age. *Medicine.* 2017;96:38 (e8013). DOI: 10.1097/MD.00000000000008013
11. Grillo H.C. Slide tracheoplasty for long-segment congenital tracheal stenosis. *Ann Thorac Surg.* 1994;58:613–621. DOI: 10.1016/0003-4975(94)90714-5
12. Beierlein W., Elliott M.J. Variations in the Technique of Slide Tracheoplasty to Repair Complex Forms of Long-Segment Congenital Tracheal Stenoses. *Ann Thorac Surg.* 2006;82:1540–1542. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2005.11.001
13. Elliott M., Hartley B.E., Wallis C., et al. Slide tracheoplasty. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2008;16:75–82. DOI: 10.1097/MOO.0b013e3282f45ab7
14. Pola dos Reis F., Minamoto H., Bibas B.J., et al. Treatment of tracheal stenosis with extracorporeal membrane oxygenation support in infants and newborns. *Artif Organs.* 2021;45:748–753. DOI: 10.1111/aor.13898
15. Chiu P.P., Kim P.C. Prognostic factors in the surgical treatment of congenital tracheal stenosis: a multicenter analysis of the literature. *J. Pediatr. Surg.* 2006;41:221–225. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2005.10.043