

Хирургическое лечение сосудистых колец у детей: от раннего устранения симптомов к персонифицированному подходу

А.В. Войтов

Для корреспонденции: Алексей Викторович Войтов, alex99.88@mail.ru

Поступила в редакцию 13 октября 2026 г. Исправлена 14 октября 2026 г. Принята к печати 15 октября 2026 г.

Цитировать: Войтов А.В. Хирургическое лечение сосудистых колец у детей: от раннего устранения симптомов к персонифицированному подходу. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2026;30(3):88-93 <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2026-3-88-93>

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

ORCID

А.В. Войтов, <https://orcid.org/0000-0003-3797-4899>

© Войтов А.В., 2026



Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация

Аннотация

Актуальность. Сосудистые кольца представляют собой клинически неоднородную группу врожденных сосудистых аномалий, вызывающих компрессию дыхательных путей и пищевода. Указанный для настоящей дискуссии диапазон их распространенности составляет 1,08–2,09 % всех диагностированных врожденных пороков сердца. Совершенствование диагностики расширяет выявление бессимптомных форм, однако показания к профилактическому вмешательству, оптимальные сроки коррекции и необходимый объем операции остаются предметом обсуждения. Исследование Бедина А.В. и соавт. предоставляет отечественные данные, значимые для оценки этих вопросов.

Цель. Обсудить непосредственные результаты хирургического лечения сосудистых колец, представленные Бединым А.В. и соавт., в контексте современных публикаций, уделяя внимание диагностике, выбору хирургической тактики, послеоперационным осложнениям и ограничениям доказательной базы.

Результаты. В исследовании указано 58 оперированных детей, полный регресс симптомов к выписке зарегистрирован у 83,7 % исходно симптомных пациентов; летальных исходов не было. Эти наблюдения свидетельствуют о благоприятных непосредственных результатах, но не определяют сравнительную эффективность ранней операции и наблюдения. Современная литература подчеркивает необходимость разграничения фиксированной сосудистой компрессии и динамического коллапса дыхательных путей. Данные 2025 г. поддерживают дальнейшее изучение пликаций и/или фиксации дивертикула Коммереля, однако не доказывают их равноценность его резекции. Частота хилоторакса в работе Бедина А.В. и соавт. составила 22,4 %, тогда как в многоцентровом исследовании 2026 г. – 13,2 %. Различия требуют анализа состава пациентов, диагностических критериев и хирургических особенностей. Отдельного внимания заслуживают стандартизация измерения стеноза, оценка глотания и разграничение анатомической декомпрессии и функционального восстановления.

Заключение. Хирургическая коррекция сосудистых колец у младенцев и детей раннего возраста обеспечивает благоприятные непосредственные результаты. Вместе с тем показания к вмешательству у бессимптомных пациентов, оптимальные сроки операции и выбор дополнительных хирургических приемов требуют дальнейшего обоснования. Индивидуализация лечения должна учитывать сосудистую анатомию, выраженность компрессии и функциональное состояние дыхательных путей и пищевода. Для уточнения лечебной тактики и профилактики осложнений необходимы многоцентровые проспективные исследования со стандартизированной оценкой отдаленных исходов.

Ключевые слова: аортопексия; дивертикул Коммереля; компрессия трахеи; сосудистое кольцо; трахеобронхомаляция; хилоторакс; хирургические исходы

Surgical treatment of vascular rings in children: from early symptom relief to evidence-based individualized management

Alexey V. Voitov

Corresponding author: Alexey V. Voitov, alex99.88@mail.ru

Received 13 October 2026. Revised 14 October 2026. Accepted 15 October 2026.

How to cite: Voitov A.V. Surgical treatment of vascular rings in children: from early

Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk, Russian Federation

Abstract

Introduction: Vascular rings are a clinically heterogeneous group of congenital vascular anomalies that compress the airways and esophagus. They are reported to account for 1.08–2.09% of all diagnosed congenital heart defects. Better diagnostic imaging has

symptom relief to evidence-based individualized management. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2026;30(3):88-93
<https://doi.org/10.21688/1681-3472-2026-3-88-93>

Funding

The study did not have sponsorship.

ORCID

A.V. Voitov,
<https://orcid.org/0000-0003-3797-4899>

© 2026 Voitov



led to more asymptomatic cases being found. However, indications for preventive intervention, the optimal timing of repair and the extent of surgery needed are still debated. The study by Bedin et al. provides Russian data relevant to these questions.

Objective: To discuss the early surgical outcomes of vascular ring repair reported by Bedin et al. in the context of current literature. The focus is on diagnostic assessment, choice of surgical strategy, postoperative complications and the limits of the available evidence.

Results: Among 58 operated children, all symptoms had resolved by discharge in 83.7% of patients who had symptoms before surgery, and there were no deaths. These findings show favorable early outcomes but do not establish whether early surgery is more effective than surveillance. Current literature stresses the need to distinguish fixed vascular compression from dynamic airway collapse. Data from 2025 support further study of Kommerell diverticulum plication and/or pexy but do not show that these techniques are equivalent to diverticulum resection. The incidence of chylothorax was 22.4% in the study by Bedin et al., compared with 13.2% in a 2026 multicenter study. This difference calls for analysis of patient populations, diagnostic criteria and surgical factors. Standardized stenosis measurement, swallowing assessment and the distinction between anatomical decompression and functional recovery also need attention.

Conclusion: Surgical repair of vascular rings in infants and young children gives favorable early outcomes. However, indications for intervention in asymptomatic patients, the optimal timing of surgery and the choice of additional surgical techniques need further evidence. Individualized treatment should take into account vascular anatomy, the severity of compression and how well the airways and esophagus function. Multicenter prospective studies with standardized assessment of long-term outcomes are needed to refine treatment strategy and prevent complications.

Keywords: aortopexy; chylothorax; Kommerell diverticulum; surgical outcomes; tracheal compression; tracheobronchomalacia; vascular ring

Введение

Сосудистые кольца занимают особое место среди врожденных сердечно-сосудистых аномалий: их клиническое значение определяется преимущественно компрессией дыхательных путей и пищевода, а не нарушением внутрисердечной гемодинамики. Поэтому диагностический маршрут нередко начинается с консультации пульмонолога, оториноларинголога или гастроэнтеролога [1]. Неспецифичность стридора, кашля и нарушений кормления затрудняет своевременное распознавание сосудистой причины заболевания.

Распространенность сосудистых колец составляет 1,08–2,09 % всех диагностированных врожденных пороков сердца [2; 3]. Важно отличать долю среди диагностированных пороков от частоты среди живорожденных. Например, Chiu P. и соавт. приводят для полных сосудистых колец показатель приблизительно 1–1,3 случая на 10 000 живорождений [4]. Эти оценки нельзя напрямую сопоставлять: различаются знаменатели и состав учитываемых аномалий.

Исследование Бедина А.В. и соавт. включает 58 детей, оперированных в одном центре в 2018–2024 гг. [5]. Его значимость заключается не только в представ-

лении непосредственных результатов, но и в возможности обсудить три принципиальных вопроса: кого следует оперировать, насколько расширять вмешательство и какие исходы считать доказательством его эффективности.

Обсуждение

Диагностика: анатомия не заменяет функциональную оценку

Сильной стороной работы является применение контрастной мультиспиральной компьютерной томографии у всех пациентов. Исследование позволяет определить сосудистую анатомию, локализацию компрессии и особенности, необходимые для планирования операции. Однако анатомическая визуализация не полностью характеризует функциональное состояние дыхательных путей.

В обзоре Chiu P. и соавт. компьютерная или магнитно-резонансная ангиография рассматривается как необходимый метод определения пространственных взаимоотношений, а динамическая трахеобронхоскопия – как основной способ оценки трахеобронхома-

ляции [4]. Принципиально разграничивать фиксированное сужение и динамический коллапс: устранение сосудистого давления не всегда обеспечивает немедленное восстановление устойчивости трахеальной стенки.

В работе Бедина А.В. и соавт. бронхоскопическое сопровождение применялось у 46 пациентов, однако единая количественная характеристика динамического коллапса не представлена [5]. Для дальнейшего анализа целесообразно стандартизировать описание локализации, протяженности и механизма сужения. Аналогичный подход необходим к дисфагии: сосудистая компрессия, нарушение моторики и аспирация требуют различной диагностической интерпретации.

Традиционные методы (эхокардиография, компьютерная томографическая ангиография, магнитно-резонансная томография, бронхоскопия) остаются основой диагностики, однако их интерпретация может быть затруднена из-за сложной пространственной анатомии. Внедрение 3D-реконструкций и печать реальных физических моделей существенно повышают точность предоперационного планирования, их основными преимуществами являются точная визуализация пространственного взаимоотношения сосудов, трахеи и пищевода, что особенно важно при атипичных вариантах, возможность предварительного планирования и отработки этапов хирургического вмешательства на модели, оценки оптимального доступа и прогнозирования возможных технических трудностей, что позволит снизить продолжительность операции и частоту интраоперационных осложнений [6; 7].

Бессимптомные пациенты: безопасность операции не доказывает ее необходимость

Авторы использовали девиацию трахеи либо сужение трахеи или главного бронха на 20 % и более как основания для вмешательства у бессимптомных детей [5]. Такой подход отражает стремление предупредить последствия компрессии, но требует независимой проверки. Отсутствие жалоб действительно не гарантирует отсутствия структурных изменений. Вместе с тем выраженность сужения зависит от методики измерения: необходимо уточнять, оценивается ли диаметр или площадь просвета, какой участок используется для сравнения и учитывается ли дыхательная фаза. Без этих условий одинаковые проценты могут описывать неодинаковые состояния.

Ajdaa H. и соавт. в исследовании 2024 г. представили опыт ведения 82 пациентов, включая бессимптомных детей [8]. Данная работа поддерживает возможность безопасной хирургической коррекции в отобранных случаях, однако ее ретроспективный дизайн не по-

зволяет доказать преимущество профилактической операции перед наблюдением. Поэтому клинически значим не сам факт наличия кольца, а сочетание анатомии, функциональных нарушений и динамики состояния. Необходимость операции должна обсуждаться отдельно от ее технической выполнимости.

Сопоставимые результаты, полученные в метаанализе Rato J. и соавт., не выявили летальных случаев после операции, отмечена низкая частота осложнений, которая составляет 15 %, а потребность в повторном вмешательстве составляет 2 %. Однако важно отметить, что даже при успешном устранении кольца симптомы (например, стридор или дисфагия) могут сохраняться в первый год после операции. Часто это связано не с самой операцией, а с тем, что длительная компрессия до вмешательства привела к структурным изменениям дыхательных путей, например к трахеобронхомаляции или стенозу [9].

Оптимальный возраст: гипотеза ранней коррекции требует сравнительных данных

Медиана возраста при операции в исследовании Бедина А.В. и соавт. составила 7 месяцев [5]. Предложение выполнять коррекцию до года имеет патофизиологическое обоснование: прекращение компрессии потенциально ограничивает вторичные изменения дыхательных путей. Однако авторы прямо указывают, что подтвердить влияние возраста на регресс симптомов в данной выборке не удалось.

Следовательно, благоприятные результаты ранних вмешательств не устанавливают универсального возрастного порога. Оптимальные сроки могут различаться при двойной дуге аорты, правосторонней дуге с артериальной связкой и sling-легочной артерии.

Особенно важно учитывать исходный стеноз и сопутствующую патологию трахеи при sling. В исследовании все четыре пациента этой группы имели сохранявшиеся дыхательные нарушения после коррекции, а одному потребовалась скользящая трахеопластика [5]. Эти наблюдения подчеркивают необходимость анатомически и функционально индивидуализированной тактики вместо единого календарного правила.

Исследование Бедина А.В. и соавт. подтверждает данные Swarnkar P. и соавт., что ранняя диагностика и хирургическая коррекция до развития стойких изменений дают лучший долгосрочный прогноз. Единственным статистически значимым предиктором послеоперационных осложнений является поздняя хирургическая коррекция. Также было отмечено, что остаточные симптомы через год после операции встречались реже у пациентов, которым как можно раньше был выставлен диагноз [10].

Дивертикул Коммереля: устранение компрессии или расширенная реконструкция?

Аортопексия выполнена у 29 пациентов исследуемой когорты, включая 24 ребенка с правой дугой аорты и левой артериальной связкой [5]. Однако частота применения процедуры сама по себе не доказывает ее эффективность: вмешательство выбиралось по анатомическим показаниям, а не назначалось случайным образом.

Современные данные делают эту дискуссию более предметной. Perkins A.A. и соавт. в 2025 г. сравнили 44 пациентов: 22 перенесли только пересечение связки, еще 22 – дополнительную пликацию и/или фиксацию дивертикула [11]. Сохраняющиеся симптомы отмечены у 32 и 5 % пациентов соответственно; частота повторных операций составила 5 % в каждой группе.

Результаты поддерживают дальнейшее изучение дополнительной декомпрессии, но не доказывают равноценность аортопексии и резекции дивертикула. Группа непосредственного сравнения с резекцией отсутствовала, а пликация и фиксация применялись в разных сочетаниях.

Важно также не смешивать критерии размера: Бедин А.В. и соавт. сопоставляют дивертикул с нисходящей аортой, тогда как в публикации Perkins A.A. и соавт. обсуждается отношение к подключичной артерии [5; 11]. Следующим шагом должно стать сравнение конкретных вмешательств по остаточной компрессии, дисфагии, повторным операциям и изменениям сосудистой анатомии.

Хилоторакс: показатель качества, требующий контекстной интерпретации

Наиболее значимое осложнение в исследовании Бедина А.В. и соавт. – хилоторакс у 13 пациентов, или 22,4 %; при двойной дуге аорты его частота достигла 43,8 % [5]. Эти данные заслуживают отдельного анализа, несмотря на отсутствие статистически значимых межгрупповых различий.

В многоцентровом исследовании Schwartz S.P. и соавт., опубликованном в 2026 г., хилоторакс после коррекции сосудистых колец зарегистрирован в 13,2 % случаев по сравнению с 4,5 % в сопоставляемой совокупности кардиохирургических вмешательств [12]. Напротив, Ajdaa H. и соавт. сообщают о значительно меньшей частоте этого осложнения в своей хирургической серии [8].

Разброс показателей исключает простое объяснение анатомическим типом порока. Сравнить результаты центров следует с учетом диагностических критериев, возраста, сложности анатомии, объ-

ема диссекции и послеоперационного наблюдения. Возможную связь с лимфатическим повреждением необходимо проверять, а не считать установленной.

Отсутствие обнаруженной связи между аортопексией и хилотораксом также не доказывает отсутствия влияния: при небольшом количестве событий возможности анализа ограничены.

Ограничения и нерешенные вопросы

Ретроспективный одноцентровый дизайн, неодинаковые размеры анатомических групп и отсутствие контрольной группы ограничивают причинную интерпретацию результатов [5]. Особенно осторожно следует оценивать подгруппы по четыре пациента. Кроме того, изменение критериев выполнения аортопексии на протяжении наблюдения снижает однородность хирургического алгоритма.

Основная конечная точка – исчезновение симптомов к выписке – полезна для оценки непосредственного эффекта, но зависит от длительности госпитализации. Дети с осложнениями наблюдаются дольше и имеют больше времени для восстановления. Поэтому клинические исходы целесообразно оценивать дополнительно в одинаковые сроки после операции.

Нерешенными остаются вопросы прогностического значения умеренного бессимптомного стеноза, преимуществ ранней коррекции, показаний к дополнительным вмешательствам и профилактики хилоторакса. Проспективное исследование должно учитывать не только дыхательные симптомы, но и глотание, прибавку массы, потребность в респираторной поддержке, повторные вмешательства и качество жизни.

Также необходимо сравнение применения мининвазивных технологий, торакоскопических робот-ассистированных в лечении данной когорты пациентов и оценки их влияния на реабилитацию пациентов, снижение частоты осложнений и частоты повторных вмешательств.

Заключение

Хирургическое лечение сосудистых колец у детей раннего возраста позволяет устранить сосудистую компрессию и добиться существенного уменьшения дыхательных расстройств и нарушений глотания. Однако благоприятные непосредственные результаты не следует отождествлять с полным и устойчивым функциональным восстановлением: сохраняющаяся трахеобронхомаляция, остаточная компрессия и послеоперационные осложнения могут определять дальнейшее течение заболевания.

Основой выбора лечебной тактики должен быть междисциплинарный подход, объединяющий оцен-

ку сосудистой анатомии, функционального состояния дыхательных путей и пищевода, выраженности симптомов и динамики заболевания. Наличие сосудистого кольца само по себе не определяет необходимость и сроки операции у бессимптомного ребенка. Аналогично объем вмешательства следует выбирать индивидуально, учитывая ожидаемую пользу дополнительной декомпрессии и связанные с ней риски.

Приоритетными направлениями дальнейших исследований остаются обоснование показаний

к профилактической коррекции, определение оптимальных сроков вмешательства, сравнение хирургических подходов и выявление факторов риска хилоторакса. Многоцентровые проспективные исследования и длительное наблюдение со стандартизированной оценкой дыхания, глотания, необходимости повторных вмешательств и качества жизни требуются для формирования доказательно обоснованной стратегии лечения.

Список литературы / References

1. Мовсесян Р.Р., Соинов И.А. Развитие детской сердечно-сосудистой хирургии в России: от системных барьеров к высокотехнологичным решениям. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2026;30(2):5-19. <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2026-2-5-19>
Movsesyan R.R., Soynov I.A. Pediatric cardiovascular surgery in Russia: from fundamental barriers to high-tech solutions. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2026;30(2):5-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2026-2-5-19>
2. Соинов И.А., Ким А.И., Мовсесян Р.Р., Теплов П.В., Миллер А.Ю., Кулябин Ю.Ю., Авраменко А.А., Горбатов К.В., Горбатов А.В., Налимов К.А., Абрамян М.А., Борисков М.В., Ковалев С.А., Свободов А.А., Архипов А.Н., Кривошеков Е.В., Амансахатова Е.Н., Тарасюк Е.С. Хирургическое лечение врожденных пороков сердца в Российской Федерации: данные национального регистра за 2024 год. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2026;30(1):5-25. <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2026-1-5-25>
Soynov I.A., Kim A.I., Movsesyan R.R., Teplov P.V., Miller A.Yu., Kulyabin Yu.Yu., Avramenko A.A., Gorbatiykov K.V., Gorbatiykh A.V., Nalimov K.A., Abramyan M.A., Boriskov M.V., Kovalev S.A., Svobodov A.A., Arkhipov A.N., Krivoshechekov E.V., Amansakhatova E.N., Tarasyuk E.S. Surgical Management of congenital heart diseases in the Russian Federation: national registry data for 2024. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2026;30(1):5-25. (In Russ.) <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2026-1-5-25>
3. Соинов И.А., Ким А.И., Мовсесян Р.Р., Теплов П.В., Миллер А.Ю., Кулябин Ю.Ю., Архипов А.Н., Авраменко А.А., Горбатов К.В., Горбатов А.В., Налимов К.А., Абрамян М.А., Борисков М.В., Ковалев С.А., Свободов А.А., Каук А.В., Кривошеков Е.В., Шихранов А.А., Плотников М.В., Егунов О.А., Белов В.А., Гладышев И.В., Казанцев К.Б., Корноухов О.Ю., Нохрин А.В., Петрушенко Д.Ю., Ефанов Е.С., Халивопуло И.К., Рябцев Д.В., Соболев Ю.А., Медведев В.Н., Гаврилов Р.Ю., Павлов Н.И., Амансахатова Е.Н., Тарасюк Е.С. Результаты хирургического лечения врожденных пороков сердца в Российской Федерации за 2025 год. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2026;30(3):5-35. <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2026-3-5-35>
4. Chiu P., Zendejas B., Baird C. Multidisciplinary approach to vascular rings and vascular-related aerodigestive compression: a clinical practice review. *Transl Pediatr*. 2023;12(6):1258-1277. PMID: 37427058; PMCID: PMC10326748. <https://doi.org/10.21037/tp-23-39>
5. Бедин А.В., Шамрин Ю.Н., Абрамян М.А., Корочкина Е.С., Хасанова К.А., Курако М.М., Гоцкина А.Ю., Мирошниченко В.П., Овсянников Д.Ю. Непосредственные результаты хирургического лечения сосудистых колец у младенцев и детей раннего возраста: ретроспективное когортное исследование. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2026;30(3):36-48. <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2026-3-36-48>
Bedin A.V., Shamrin Yu.N., Abramyan M.A., Korochkina E.S., Khasanova K.A., Kurako M.M., Gotskina A.Yu., Miroshnichenko V.P., Ovsyannikov D.Yu. Early outcomes of surgical repair of vascular rings in infants and young children: a retrospective cohort study. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2026;30(3):36-48. (In Russ.) <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2026-3-36-48>
6. Корчагина Д.О., Бадуров Р.Б., Суворов В.В., Старчик Д.А. 3D-печать при планировании операции у новорожденного ребенка с патологией дуги аорты. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2022;15(1):85-90. <https://doi.org/10.17116/kardio20221501185>
Korchagina D.O., Badurov R.B., Suvorov V.V., Starchik D.A. 3D printing for planning of surgery in a newborn with aortic arch pathology. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2022;15(1):85-90. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/kardio20221501185>
7. Войтов А.В., Манукян С.Н., Владимиров С.В., Бородин В.П., Кобелев Е., Журавлева И.Ю., Архипов А.Н., Горбатов А.В., Рза-

- ева К.А., Ничай Н.Р., Богачев-Прокофьев А.В., Сойнов И.А. Имплантация самораскрывающегося каркаса транскатетерного клапана *in vitro* в 3D модель сердца пациента с дисфункцией пути оттока из правого желудочка. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2024;39(2):104-111. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2024-39-2-104-111>
- Voitov A.V., Manukian S.N., Vladimirov S.V., Borodin V.P., Kobelev E., Zhuravleva I.Yu., Arkhipov A.N., Gorbatykh A.V., Rzaeva K.A., Nichay N.R., Bogachev-Prokophiev A.V., Soyrov I.A. Implantation of a self-expanding transcatheter valve *in vitro* into a 3D heart model of a patient with right ventricular outflow tract dysfunction. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2024;39(2):104-111. (In Russ.) <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2024-39-2-104-111>
8. Ajdaa H., Carbonez K., Hubrechts J., Barrea C., de Beco G., Momeni M., Poncelet A.J. Pediatric vascular ring outcomes for surgically repaired vs. unoperated children: a single-center experience. *J Thorac Dis*. 2024;16(5):2790-2799. PMID: 38883675; PMCID: PMC11170419. <https://doi.org/10.21037/jtd-23-1526>
 9. Rato J., Zidere V., François K., Boon M., Depypere A., Simpson J.M., Speggorin S., Vigneswaran T.V. Post-operative Outcomes for Vascular Rings: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Pediatr Surg*. 2023;58(9):1744-1753. PMID: 36967253. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2023.02.058>
 10. Swarnkar P., Speggorin S., Austin B.C., Nyman A., Salih C., Zidere V., Simpson J.M., Vigneswaran T.V. Contemporary surgical outcome and symptomatic relief following vascular ring surgery in children: effect of prenatal diagnosis. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2022;61(6):1260-1268. PMID: 35022705. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezab527>
 11. Perkins A.A., Tomescu A.L., Knott-Craig C.J., Boston U., Spentzas T., Ramakrishnan K.V. Aortopexy With Plication of Kommerell Diverticulum Is an Effective Alternative to Diverticulum Resection and Reimplantation of the Aberrant Left Subclavian Artery for Surgical Management of Vascular Rings in Children. *World J Pediatr Congenit Heart Surg*. 2025;16(4):446-449. PMID: 40208045; PMCID: PMC12146880. <https://doi.org/10.1177/21501351251329912>
 12. Schwartz S.P., Winder M.M., Bautista A.N., Fundora M.P., Calamaro J., Puente B.R.N., Plummer S.T., Greiten L.E., Bertrand R.A., Sznycer-Taub N.R., Matiassek M.J., Norbistrath K.S., Milroy R., Lay A., Reeder R.W., Furlong-Dillard J.M., Prodhan P., Bailly D.K. Management Options for Chylothorax After Vascular Ring Repair: Retrospective, Multicenter Cohort in the United States, 2021-2023. *Pediatr Crit Care Med*. 2026;27(1):42-51. PMID: 41196121. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000003855>