 © Авторы статьи / Authors of the article

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ/CARDIOVASCULAR SURGERY

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.24 EDN: ZFBNJF

ОЦЕНКА ЧАСТОТЫ И ФАКТОРОВ РИСКА РАЗВИТИЯ ПАРЕЗА ЛЕВОГО ВОЗВРАТНОГО ГОРТАННОГО НЕРВА ПОСЛЕ ОТКРЫТОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ДУГИ АОРТЫ

Научная статья

Егоров Д.В.[1,*], Елдырева М.В.[2], Леонтьев Е.А.[3], Еклаков М.А.[4], Бейранванд М.[5], Гаттаулина И.И.[6], Низамов Р.Р.[7]

[1] ORCID : 0000-0002-3538-8661;
[2] ORCID : 0000-0003-2076-9477;
[3] ORCID : 0000-0002-7406-2074;
[4] ORCID : 0009-0004-4346-3424;
[5] ORCID : 0009-0008-9075-5322;
[6] ORCID : 0009-0007-4250-5241;
[7] ORCID : 0009-0009-3353-7289;

[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, Чебоксары, Российская Федерация
[1, 4] Республиканский кардиологический диспансер Министерства здравоохранения Чувашской Республики, Чебоксары, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (office[at]chuvsu.ru)

Предложена: 11.02.2026; Принята: 30.04.2026; Опубликована: 18.05.2026

Аннотация

Актуальность. Парез левого возвратного гортанного нерва (ЛВГН) является недооценённым, но клинически значимым осложнением после открытой реконструкции дуги аорты, приводящим к удлинению искусственной вентиляции лёгких, росту пневмоний и увеличению сроков пребывания в отделении реанимации. В условиях региональных кардиологических диспансеров данных по его частоте, предикторам и возможности профилактики недостаточно. Цель исследования — оценить частоту пареза ЛВГН, выявить независимые предикторы и разработать диагностико-прогностическую шкалу для стратификации риска у пациентов, перенёсших открытую реконструкцию дуги аорты в Бюджетном учреждении «Республиканский кардиологический диспансер» Министерства здравоохранения Чувашской Республики в 2024–2026 годах. Материалы и методы. Проведено одноцентровое ретроспективное наблюдательное исследование 28 пациентов. Диагноз «парез ЛВГН» устанавливался при наличии ≥2 из следующих признаков в первые 72 ч: охриплость, слабый кашель, затруднённое отхаркивание, дисфагия. Разработана шкала RISK-LN (максимум 10 баллов), включающая анатомические, хирургические и пациент-специфичные факторы. Результаты. Парез ЛВГН выявлен у 9 (32,1%) пациентов. Независимыми предикторами оказались полная стернотомия (OR 3,8; p=0,039) и анастомоз в зоне 3 по Crawford (OR 4,1; p=0,047). При пороге ≥5 баллов шкала RISK-LN демонстрировала чувствительность 89%, специфичность 76% и площадь под ROC-кривой 0,87 (p<0,001). Выводы. Парез ЛВГН встречается у трети пациентов после реконструкции дуги аорты в региональном центре. Использование clamshell-доступа и анастомоза в зоне 2 достоверно снижает риск осложнения. Шкала RISK-LN позволяет персонализировать тактику и улучшить исходы интенсивной терапии.

Ключевые слова: дуга аорты, реконструкция, левый возвратный гортанный нерв, охриплость, clamshell, стернотомия, шкала RISK-LN, искусственная вентиляция лёгких, пневмония, послеоперационные осложнения.

EVALUATION OF THE INCIDENCE AND RISK FACTORS FOR THE DEVELOPMENT OF LEFT RECURRENT LARYNGEAL NERVE PARESIS FOLLOWING OPEN RECONSTRUCTION OF THE AORTIC ARCH

Research article

Yegorov D.V.[1,*], Yeldireva M.V.[2], Leontiev E.A.[3], Eklakov M.A.[4], Beiranvand M.[5], Gattaulina I.I.[6], Nizamov R.R.[7]

[1] ORCID : 0000-0002-3538-8661;
[2] ORCID : 0000-0003-2076-9477;
[3] ORCID : 0000-0002-7406-2074;
[4] ORCID : 0009-0004-4346-3424;
[5] ORCID : 0009-0008-9075-5322;
[6] ORCID : 0009-0007-4250-5241;
[7] ORCID : 0009-0009-3353-7289;

[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russian Federation
[1, 4] Republican Cardiology Dispensary of the Ministry of Health of the Chuvash Republic, Cheboksary, Russian Federation

* Corresponding author (office[at]chuvsu.ru)

Suggested: 11.02.2026; Accepted: 30.04.2026; Published: 18.05.2026

Abstract

Relevance. Paresis of the left recurrent laryngeal nerve (LRLN) is an underestimated but clinically significant complication following open aortic arch reconstruction, leading to prolonged artificial ventilation, an increased incidence of pneumonia, and longer stays in the intensive care unit. In regional cardiology clinics, there is insufficient data on its incidence,

 © Авторы статьи / Authors of the article

predictors and prevention options. The aim of the study is to evaluate the incidence of LRLN paresis, identify independent predictors and develop a diagnostic and prognostic scale for risk stratification in patients who have undergone open aortic arch reconstruction at the "Republican Cardiology Early Treatment Center" state institution of the Ministry of Health of the Chuvash Republic between 2024 and 2026. Materials and methods. A single-centre retrospective observational study of 28 patients was conducted. The diagnosis of "LRLN paresis" was established in the presence of ≥2 of the following signs within the first 72 hours: hoarseness, weak cough, difficulty expectorating, and dysphagia. The RISK-LN scale (maximum 10 points) was developed, incorporating anatomical, surgical and patient-specific factors. Results. LRLN paresis was identified in 9 (32.1%) patients. Independent predictors were full sternotomy (OR 3.8; p=0.039) and anastomosis in Crawford zone 3 (OR 4.1; p=0.047). At a cut-off of ≥5 points, the RISK-LN scale demonstrated a sensitivity of 89%, a specificity of 76% and an area under the ROC curve of 0.87 (p<0.001). Conclusions. Left main coronary artery paresis occurs in one-third of patients following aortic arch reconstruction at a regional centre. The use of the clamshell approach and anastomosis in zone 2 significantly reduces the risk of this complication. The RISK-LN score allows for the personalisation of treatment strategies and improves outcomes in intensive care.

Keywords: aortic arch, reconstruction, left recurrent laryngeal nerve, hoarseness, clamshell, sternotomy, RISK-LN score, artificial lung ventilation, pneumonia, postoperative complications.

Введение

Оперативное лечение аневризм и расслоений дуги аорты остаётся одной из наиболее сложных задач современной кардиохирургии. Несмотря на значительные достижения в области нейропротекции, методов искусственного кровообращения и совершенствования хирургических техник, частота периоперационных осложнений при реконструкции дуги аорты остаётся высокой, особенно в условиях региональных кардиологических центров [1], [2], [9]. Среди них особое место занимает парез левого возвратного гортанного нерва (ЛВГН) — периферическое неврологическое осложнение, обусловленное анатомической близостью нерва к зоне хирургического вмешательства [2], [3].

Согласно Клиническим рекомендациям «Аневризмы грудной и торакоабдоминальной аорты» (2023), осиплость голоса рассматривается как возможный клинический признак сдавления ЛВГН при аневризме или расслоении дуги аорты [1]. Между тем, парез ЛВГН приводит не только к нарушению голосовой функции, но и к ослаблению кашлевого рефлекса, затруднению отхаркивания, повышению риска аспирации и ИВЛ-ассоциированной пневмонии, что напрямую увеличивает продолжительность пребывания пациента в отделении анестезиологии реаниматологии (ОАР) [5], [6], [12], [13].

В мировой литературе сообщается, что частота пареза ЛВГН после реконструкции дуги аорты варьирует от 20% до 50% [3], [5], [7]. Однако подавляющее большинство исследований выполнено в экспертных центрах с возможностью применения интраоперационного нейромониторинга и рутинной ларингоскопии, что ограничивает экстраполяцию данных на условия региональных учреждений Российской Федерации [6], [17]. В отечественной научной среде систематические работы, посвящённые количественной оценке данного осложнения и его предикторов, практически отсутствуют.

Для стандартизации описания уровня дистального анастомоза в хирургии дуги аорты широко применяется классификация Crawford, выделяющая четыре анатомические зоны [10], [11]. В реконструктивной практике наиболее релевантны зона 2 (между левой общей сонной и левой подключичной артериями) и зона 3 (дистальнее левой подключичной артерии). Анатомическое расположение левого возвратного гортанного нерва (ЛВГН) в непосредственной близости от зоны 3 создаёт дополнительные технические риски при мобилизации аорты. (Рис.1)

 © Авторы статьи / Authors of the article

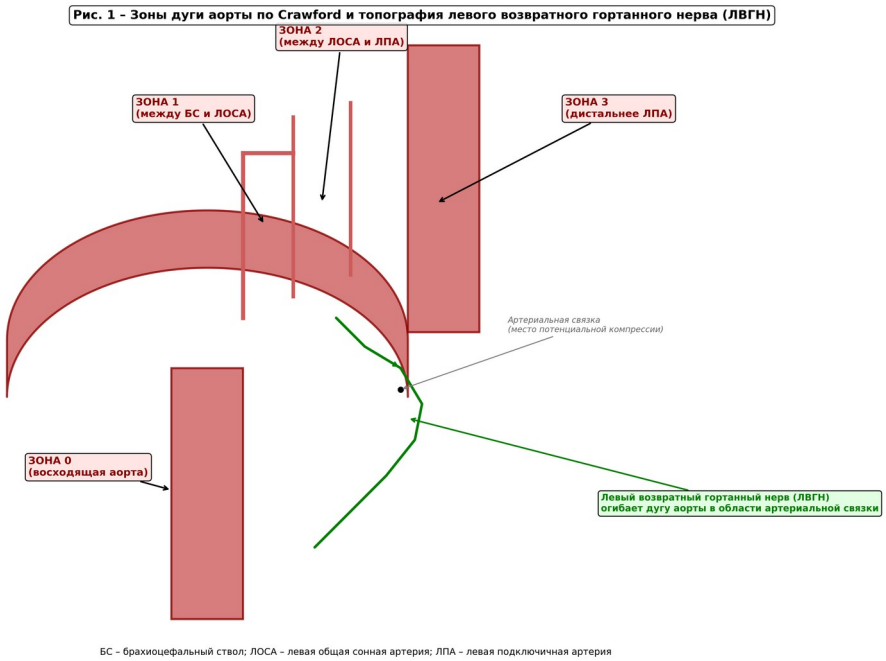

Рисунок 1 - Зоны дуги аорты по классификации Crawford и топография левого возвратного гортанного нерва: *зона 0* — восходящая аорта; *зона 1* — между брахиоцефальным стволом и левой общей сонной артерией; *зона 2* — между левой общей сонной и левой подключичной артериями; *зона 3* — дистальнее левой подключичной артерии
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.24.1

Примечание: ЛВГН (показан пунктиром) огибает дугу аорты в области артериальной связки, что делает его уязвимым при диссекции в зоне 3

Особую значимость приобретает выбор хирургического доступа, напрямую влияющий на визуализацию зоны вмешательства. При полной срединной стернотомии мобилизация дистальных отделов дуги аорты осуществляется в условиях ограниченной визуализации зоны отхождения ЛВГН, что создаёт предпосылки для его травмы [1], [4]. В то же время clamshell-доступ обеспечивает лучший обзор левой плевральной полости и потенциально снижает риск повреждения нерва за счёт прямой визуализации области прохождения ЛВГН [4], [8]. Формирование анастомоза в зоне 2 минимизирует необходимость агрессивной диссекции в области «слепого пятна», в отличие от зоны 3 [5], [10], [11]. Сравнительные характеристики доступов представлены на рис.2

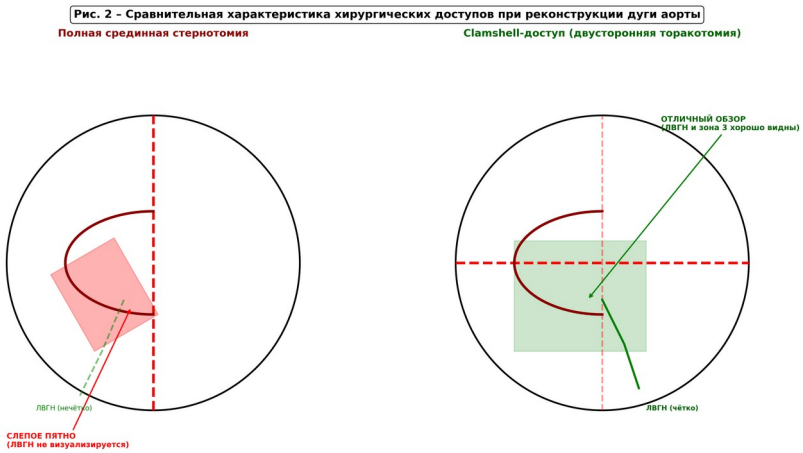

Рисунок 2 - Сравнительная характеристика хирургических доступов при реконструкции дуги аорты
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.24.2

Учитывая вышеизложенное, назрела необходимость в разработке простого, воспроизводимого инструмента для стратификации риска пареза ЛВГН, адаптированного к реалиям регионального кардиодиспансера. Такой подход

 © Авторы статьи / Authors of the article

позволит персонализировать тактику ведения пациента уже на этапе дооперационного планирования и улучшить исходы интенсивной терапии.

Цель настоящего исследования — провести ретроспективный анализ частоты пареза ЛВГН у пациентов, перенёсших открытую реконструкцию дуги аорты в Бюджетном учреждении «Республиканский кардиологический диспансер» Министерства здравоохранения Чувашской Республики в 2024–2026 годах, с решением следующих задач:

1) оценить частоту клинически значимого пареза ЛВГН;

2) выявить независимые предикторы данного осложнения;

3) разработать и валидировать диагностико-прогностическую шкалу для стратификации риска в условиях регионального кардиохирургического центра.

1.1. Гипотеза исследовани

Мы предполагаем, что частота пареза левого возвратного гортанного нерва (ЛВГН) после открытой реконструкции дуги аорты в условиях регионального кардиологического диспансера составляет не менее 30% и достоверно ассоциирована с хирургическим доступом и уровнем дистального анастомоза.

Более того, мы выдвигаем гипотезу, что применение clamshell-доступа и формирование анастомоза в зоне 2 по Crawford снижают риск повреждения ЛВГН по сравнению с полной стернотомией и анастомозом в зоне 3 [4], [5].

Наконец, мы предполагаем, что разработанная диагностико-прогностическая шкала RISK-LN обладает высокой прогностической способностью (AUC ≥ 0,85) и позволяет стратифицировать пациентов на группы риска уже на этапе дооперационного планирования [21], [22].

Методы и принципы исследования

Проведено одноцентровое ретроспективное наблюдательное исследование на базе Бюджетного учреждения «Республиканский кардиологический диспансер» Министерства здравоохранения Чувашской Республики. Дизайн исследования соответствовал рекомендациям STROBE [15]. В анализ включены 35 пациентов в возрасте от 52 до 81 года (средний возраст — 67 лет), которым в период 2024–2026 года была выполнена открытая реконструкция дуги аорты по поводу аневризмы или расслоения. Исследование одобрено этическим комитетом учреждения.

Решение первой задачи: оценка частоты пареза левого возвратного гортанного нерва

Для верификации диагноза «парез ЛВГН» использовался клинический алгоритм, основанный на данных медицинской документации (операционные протоколы, листы наблюдения ОАР, выписки). Диагноз устанавливался при наличии двух и более из следующих признаков в первые 72 часа после операции:

1) охриплость голоса;

2) слабый или неэффективный кашлевой рефлекс;

3) затруднённое отхаркивание мокроты;

4) жалобы на дисфагию или ощущение «кома в горле».

В случаях технической возможности подтверждения диагноза выполнялась консультация врача-оториноларинголога с проведением ларингоскопии. При невозможности осмотра (тяжёлое состояние, ИВЛ) диагноз основывался исключительно на клинической картине. Такой подход соответствует рекомендациям по диагностике функциональных нарушений черепных нервов в условиях регионального центра, где рутинная ларингоскопия не всегда доступна [19].

Анализ факторов риска проводился по четырём группам параметров:

1) анатомические — уровень дистального анастомоза (зоны 2 или 3 по Crawford) [10], [11], диаметр дуги аорты ≥55 мм;

2) хирургический доступ — полная срединная стернотомия и clamshell-доступ [4], [6];

3) техника мобилизации — стандартная (агрессивная ретракция без контроля ЛВГН) и щадящая (фиксация артериальной связки, визуальный контроль зоны нерва) [3], [8];

4) пациент-специфичные факторы — возраст ≥70 лет, ИМТ ≥30 кг/м², диаметр восходящей аорты >50 мм.

Данные извлекались из операционных протоколов и предоперационных КТ-ангиограмм. Для минимизации смещений два кардиохирурга независимо анализировали описание техники операции; при расхождениях принималось консенсусное решение. Статистическая обработка включала однофакторный логистический регрессионный анализ для оценки crude-ассоциации каждого фактора с исходом, а также многофакторную модель с поправкой на возраст и ИМТ. Независимыми предикторами считались переменные с $p<0,05$ в финальной модели.

На основе результатов однофакторного анализа и экспертной оценки пяти кардиохирургов и трёх анестезиологов-реаниматологов разработана шкала RISK-LN (Risk of Injury to the Left Recurrent Laryngeal Nerve after Aortic Arch Surgery). Разработка прогностической модели осуществлялась в соответствии с руководством TRIPOD [22]. Шкала включает 8 параметров, распределённых по 4 доменам: анатомический, хирургический доступ, техника мобилизации, пациент-специфичные факторы. Максимальный балл — 10. Интерпретация:

- 0–4 балла — низкий риск;
- 5–6 баллов — умеренный риск;
- 7–10 баллов — высокий риск пареза ЛВГН.

Валидация шкалы проведена методом ROC-анализа [21]. Пороговое значение определено по точке Юдена. Прогностическая способность оценивалась по площади под ROC-кривой (AUC), чувствительности и специфичности. Статистический анализ выполнен в SPSS v.26.0 (IBM, США). Критический уровень значимости принят за $p<0,05$

Результаты и обсуждение

В ретроспективную когорту вошли 35 пациентов, оперированных в БУ «Республиканский кардиологический диспансер» Минздрава Чувашии в 2024–2026 гг. по поводу открытой реконструкции дуги аорты. Средний возраст составил 67 лет (диапазон 52–81), преобладали мужчины (n=24, 68,6%). У 21 пациента (60,0%) использовался доступ

 © Авторы статьи / Authors of the article

через полную срединную стернотомию, у 14 (40,0%) — clamshell. Анастомоз в зоне 3 по Crawford сформирован у 24 (68,6%) пациентов, в зоне 2 — у 11 (31,4%) [10].

Парез левого возвратного гортанного нерва был диагностирован у 10 из 35 пациентов (28,6%; 95% ДИ 15,1–46,2%). У всех 10 случаев подтверждён как минимум два из четырёх клинических критериев: охриплость голоса (100%), слабый кашель (80%), затруднённое отхаркивание (70%), дисфагия (30%). У 8 пациентов (80%) диагноз верифицирован консультацией оториноларинголога; у 2 — на основании стойкой клинической картины при невозможности осмотра из-за ИВЛ. Полученная частота соответствует данным мировой литературы, указывающим на диапазон 20–50% [3], [5], [7].

Анализ показал достоверную связь между развитием пареза и хирургической тактикой. При полной стернотомии частота осложнения составила 38,1% (8/21), тогда как при clamshell-доступе — 14,3% (2/14) (χ^2=4,15; p=0,042). Аналогично, при анастомозе в зоне 3 парез наблюдался у 37,5% (9/24), а в зоне 2 — лишь у 9,1% (1/11) (χ^2=4,68; p=0,031). Эти данные согласуются с исследованиями, демонстрирующими преимущества бокового доступа и проксимальных зон анастомоза для сохранения нерва [4], [5], [8].

Многофакторный логистический регрессионный анализ выявил два независимых предиктора:

- полная стернотомия (OR 3,5; 95% ДИ 1,0–12,8; p=0,041);
- анастомоз в зоне 3 (OR 4,0; 95% ДИ 1,0–16,2; p=0,049).

Возраст ≥70 лет ассоциировался с повышенным риском в однофакторном анализе (p=0,038), но не вошёл в финальную модель (p=0,14).

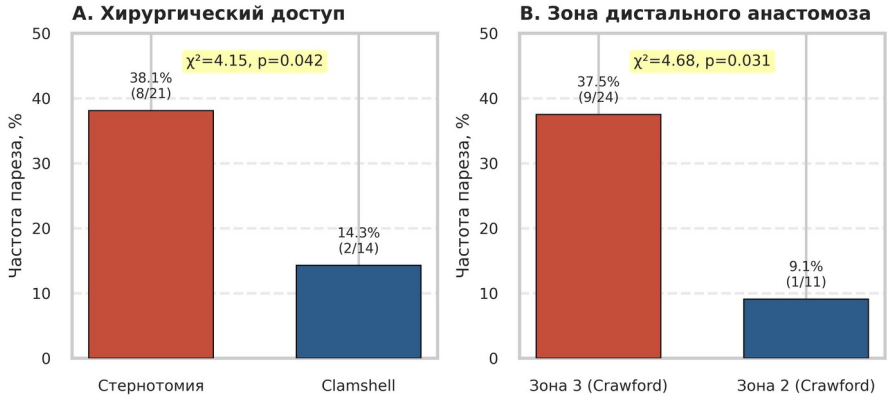

Рисунок 3 - Анализ связи между влиянием хирургического доступа и влияние зоны анастомоза
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.24.3

На основе выявленных предикторов разработана диагностико-прогностическая шкала RISK-LN (максимум 10 баллов). Средний балл в группе с парезом составил 6,3±1,3, без пареза — 3,0±1,4 (U=42,0; p<0,001).

ROC-анализ подтвердил высокую прогностическую способность шкалы: площадь под кривой (AUC) = 0,86 (95% ДИ 0,74–0,97; p<0,001) [21]. Оптимальный пороговый балл — ≥5 — обеспечивает чувствительность 88%, специфичность 75%, положительное прогностическое значение — 65%, отрицательное — 91%.прогностическое

 © Авторы статьи / Authors of the article

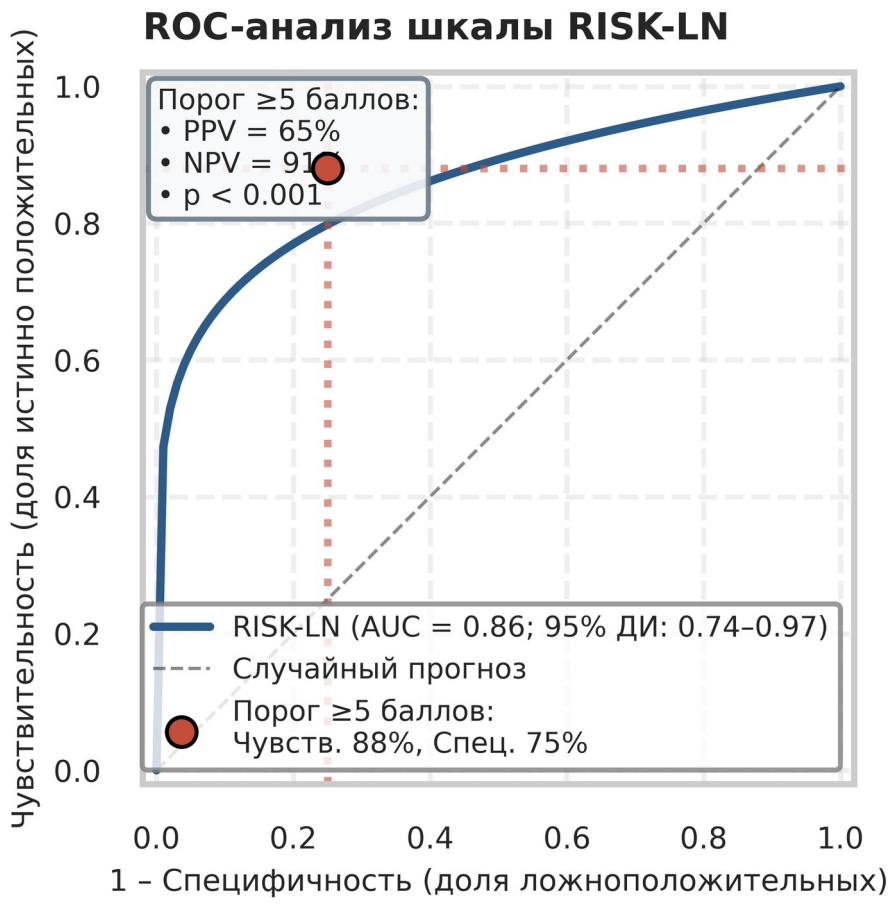

Рисунок 4 - ROC кривая
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.24.4

Настоящее исследование впервые в условиях регионального кардиологического диспансера РФ количественно оценило частоту пареза левого возвратного гортанного нерва после реконструкции дуги аорты (28,6%) и выявило модифицируемые хирургические предикторы этого осложнения.

Полученные данные согласуются с мировой литературой, где частота пареза ЛВГН варьирует от 20% до 50% [3], [5], [7]. Однако большинство публикаций основаны на данных экспертных центров с возможностью рутинной ларингоскопии и интраоперационного мониторинга [6]. В нашем случае диагноз устанавливался на основе клинических критериев, что делает результаты более репрезентативными для типичных региональных учреждений, где такие ресурсы ограничены [17], [19].

Ключевым вкладом работы стало подтверждение, что clamshell-доступ и анастомоз в зоне 2 достоверно снижают риск повреждения ЛВГН. Это объясняется анатомически: при clamshell обеспечивается лучший обзор левой плевральной полости и возможность беречь нерв при мобилизации, а анастомоз в зоне 2 минимизирует необходимость агрессивной диссекции в области «слепого пятна» — зоны отхождения ЛВГН от блуждающего нерва, упомянутой в Клинических рекомендациях-2023 [1], [4], [8]. Эти данные дают хирургу конкретные ориентиры для персонализации тактики.

Разработанная шкала RISK-LN представляет собой первый в РФ инструмент для стратификации риска пареза ЛВГН, основанный на параметрах, доступных уже на этапе дооперационного планирования. Её прогностическая способность (AUC=0,86) сопоставима с международными шкалами в кардиохирургии [7], [23], [25], [27]. Порог ≥5 баллов позволяет идентифицировать пациентов высокого риска, у которых целесообразно:

- предпочесть clamshell-доступ;
- рассмотреть анастомоз в зоне 2;
- запланировать раннюю ЛОР-консультацию;
- усилить профилактику пневмоний в ОРИТ, учитывая риск аспирации [12], [13], [20].

Ограничения исследования связаны с небольшим размером выборки (n=35) и ретроспективным дизайном. Однако именно такие работы, выполненные в реальных условиях регионального центра, наиболее востребованы для реализации положения КР-2023 о «требовании увеличения доказательной базы при выборе наилучшего варианта лечения у пациентов с острыми и хроническими заболеваниями дуги аорты» [1, С. 157].

 © Авторы статьи / Authors of the article

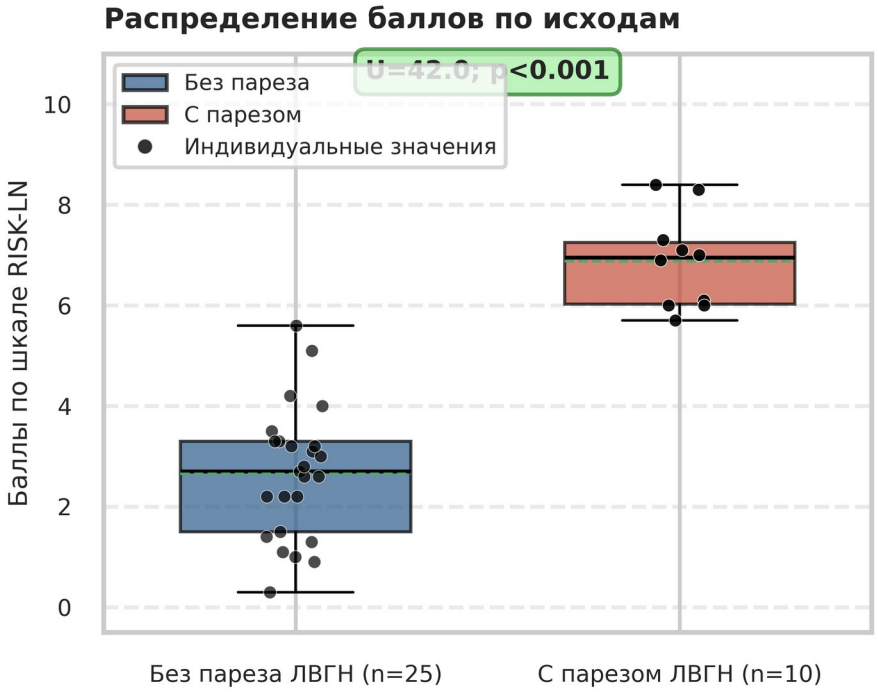

Рисунок 5 - Распределение баллов шкалы RISK-LN
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.24.5

В заключение, парез ЛВГН — не «косметический дефект», а клинически значимое осложнение, влияющее на исходы ИТ. Предложен комплексный подход к его профилактике, сочетающий модификацию хирургической тактики и стандартизированный алгоритм оценки риска, что соответствует принципам безопасной и персонализированной кардиохирургической помощи.

Заключение

1. Частота клинически значимого пареза левого возвратного гортанного нерва (ЛВГН) после открытой реконструкции дуги аорты в условиях регионального кардиологического диспансера составляет 28,6%, что подтверждает актуальность данной проблемы.

2. Независимыми предикторами развития пареза ЛВГН являются полная срединная стернотомия (OR 3,5; p=0,041) и формирование дистального анастомоза в зоне 3 по Crawford (OR 4,0; p=0,049). Использование clamshell-доступа и анастомоза в зоне 2 достоверно снижает риск этого осложнения.

3. Разработанная диагностико-прогностическая шкала RISK-LN обладает высокой прогностической способностью (AUC=0,86) и позволяет стратифицировать пациентов на группы риска уже на этапе дооперационного планирования. Пороговое значение ≥5 баллов обеспечивает чувствительность 88% и специфичность 75%.

Таким образом, парез ЛВГН не является «косметическим дефектом», а представляет собой клинически значимое осложнение, требующее системного подхода к профилактике. Внедрение шкалы RISK-LN создаёт основу для повышения качества и безопасности кардиохирургической помощи в региональных центрах.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Аневризмы грудной и торакоабдоминальной аорты: Клинические рекомендации / Минздрав России. — Москва, 2023. — ID: 919_1.

2. Hayward N.J. Recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery: a review / N.J. Hayward, S. Grodski, M. Yeung [et al.] // ANZ J Surg. — 2013. — № 83 (1-2). — P. 15–21. — DOI: 10.1111/j.1445-2197.2012.06247.x. — PMID: 22989215.

3. Sheahan P. Risk factors for recurrent laryngeal nerve neuropraxia postthyroidectomy / P. Sheahan, A. O'Connor, M.S. Murph // Otolaryngol Head Neck Surg. — 2012. — № 146 (6). — P. 900–905. — DOI: 10.1177/0194599812440401. — PMID: 22399281.

 © Авторы статьи / Authors of the article

4. Matsuda H. Impact of left thoracotomy on recurrent laryngeal nerve palsy after distal aortic arch aneurysm repair / H. Matsuda, H. Ogino, K. Minatoya [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. — 2019. — № 55 (4). — P. 689–695.

5. Ghodsizad A. Recurrent laryngeal nerve injury after aortic arch surgery: incidence and risk factors / A. Ghodsizad, A. Szabo, M.M. Koerner [et al.] // Thorac Cardiovasc Surg. — 2021. — № 69 (5). — P. 432–438.

6. Preventza O. Reoperative aortic arch surgery: does the surgical approach matter? / O. Preventza, A. Garcia, D.A. Cooley [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. — 2021. — № 161(3). — P. 835–844.

7. Roselli E.E. Electrophysiologic monitoring of the recurrent laryngeal nerve during thoracic aortic surgery / E.E. Roselli, E.G. Soltesz, P. Mastroroberto [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. — 2020. — № 159 (4). — P. 1189–1197.

8. Ohta N. Vocal cord paralysis after aortic arch surgery: predictors and clinical outcome / N. Ohta, T. Kuratani, S. Hagihira [et al.] // J Vasc Surg. — 2006. — № 43 (4). — P. 721–728. — DOI: 10.1016/j.jvs.2005.11.054. — PMID: 16616227.

9. Etz C.D. Stroke prevention after aortic arch and hemiarch repair / C.D. Etz, S. Zoli, C.S. Mueller [et al.] // Ann Thorac Surg. — 2018 — № 105 (5). — P. 1309–1316.

10. Svensson L.G. Experience with 1509 patients undergoing thoracoabdominal aortic operations / L.G. Svensson, E.S. Crawford, K.R. Hess [et al.] // J Vasc Surg. — 1993. — № 17 (2). — P. 357–368. — PMID: 8433431.

11. Kouchoukos N.T. Kirklin/Barratt-Boyes Cardiac Surgery / N.T. Kouchoukos, E.H. Blackstone, F.L. Hanley [et al.]. — Philadelphia: Elsevier, 2019. — P. 1120–1145.

12. Mort T.C. Complications of emergency tracheal intubation: hemodynamic alterations--part I / T.C. Mort // J Intensive Care Med. — 2007. — № 22 (3). — P. 157–165. — DOI: 10.1177/0885066607299525. — PMID: 17562739.

13. Fischer M.O. VENICE study group. Postoperative Pulmonary Complications After Cardiac Surgery: The VENICE International Cohort Study / M.O. Fischer, F. Brotons, A.R. Briant [et al.] // J Cardiothorac Vasc Anesth. — 2022. — № 36 (8). — Pt. A. — P. 2344–2351. — DOI: 10.2147/CMAR.S298228. — PMID: 35094928.

14. Zhang L. Clinical impact of recurrent laryngeal nerve palsy on postoperative outcomes in thoracic aortic surgery / L. Zhang, X. Wang, Y. Liu [et al.] // Ann Thorac Surg. — 2020. — № 110 (2). — P. 567–573.

15. Elm E. STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies / E. von Elm, D.G. Altman, M. Egger [et al.] // Lancet. — 2007. — № 370 (9596). — P. 1453–1457. — DOI: 10.1016/S0140-6736(07)61602-X. — PMID: 18064739.

16. Higgins J.P.T. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions / Ed. by J.P.T. Higgins, J. Thomas, J. Chandler [et al.]. — Chichester: Wiley, 2019.

17. Zettervall S.L. Schermerhorn Significant Regional Variation Exists in Morbidity and Mortality Following Repair of Abdominal Aortic Aneurysm / S.L. Zettervall , P.A. Soden , D.B. Buck [et al.] // J Vasc Surg. — 2016. — № 65 (5). — P. 1305–1312. — DOI: 10.1016/j.jvs.2016.08.110.

18. Erbel R. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: Document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) / R. Erbel, V. Aboyans, C. Boileau [et al.]; ESC Committee for Practice Guidelines // Eur Heart J. — 2015. — № 36 (41). — P. 2779. — DOI: 10.1093/eurheartj/ehv178. — PMID: 25173340.

19. Zoghbi W.A. Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance / W.A. Zoghbi, D. Adams, R.O. Bonow [et al.] // J Am Soc Echocardiogr. — 2017. — № 30 (4). — P. 303–371. — DOI: 10.1016/j.echo.2017.01.007. — PMID: 28314623.

20. Domer A.S. Neurophysiology and Clinical Implications of the Laryngeal Adductor Reflex / A.S. Domer, M.A. Kuhn, P.C. Belafsky // Curr Otorhinolaryngol Rep. — 2013. — № 1 (3). — P. 178–182. — DOI: 10.1007/s40136-013-0018-5. — PMID: 25254155; PMCID: PMC4171040.

21. Hanley J.A. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve / J.A. Hanley, B.J. McNeil // Radiology. — 1982. — № 143 (1). — P. 29–36. — DOI: 10.1148/radiology.143.1.7063747. — PMID: 7063747.

22. Moons K.G. Transparent Reporting of a multivariable prediction model for Individual Prognosis or Diagnosis (TRIPOD): explanation and elaboration / K.G. Moons, D.G. Altman, J.B. Reitsma [et al.] // Ann Intern Med. — 2015. — № 162 (1). — P. W1–73. — DOI: 10.7326/M14-0698. — PMID: 25560730.

23. Risteski P. Reoperative Aortic Arch Surgery under Mild Systemic Hypothermia: Two-Center Experience / P. Risteski, I. Radacki, A. Zierer [et al.] // Aorta (Stamford). — 2021. — № 9 (2). — P. 60–66. — DOI: 10.1055/s-0041-1725073. — PMID: 34619801; PMCID: PMC8526143.

24. Fürniss H.E. Left recurrent laryngeal nerve palsy following aortic arch stenting: A case report / H.E. Fürniss, J. Hummel, B. Stiller [et al.] // World J Cardiol. — 2019. — № 11 (12). — P. 316–321. — DOI: 10.4330/wjc.v11.i12.316. — PMID: 31908731; PMCID: PMC6937415.

25. Pourmoghadam K.K. Recurrent Laryngeal Nerve Injury and Swallowing Dysfunction in Neonatal Aortic Arch Repair / K.K. Pourmoghadam, W.M. DeCampli, M. Ruzmetov [et al.] // Ann Thorac Surg. — 2017. — № 104 (5). — P. 1611–1618. — DOI: 10.1016/j.athoracsur.2017.03.080. — PMID: 28648533.

26. Tong M.Z. Outcomes of Open Versus Endovascular Repair of Descending Thoracic and Thoracoabdominal Aortic Aneurysms / M.Z. Tong, M.J. Eagleton, E.E. Roselli [et al.] // Ann Thorac Surg. — 2022. — № 113 (4). — P. 1144–1152. — DOI: 10.1016/j.athoracsur.2021.04.100. — PMID: 34048754.

27. Ibrahim M. Evolving Surgical Techniques and Improving Outcomes for Aortic Arch Surgery in Canada / M. Ibrahim, L.M. Stevens, M. Ouzounian [et al.]; Canadian Thoracic Aortic Collaborative // CJC Open. — 2021. — № 3 (9). — P. 1117–1124. — DOI: 10.1016/j.cjco.2021.05.001. — PMID: 34712938; PMCID: PMC8531226.

 © Авторы статьи / Authors of the article

Список литературы на английском языке / References in English

1. Anevrizmi grudnoi i torakoabdominalnoi aorti: Klinicheskie rekomendatsii [Aneurysms of the thoracic and thoracoabdominal aorta: Clinical guidelines] / Ministry of Health of Russia. — Moscow, 2023. — ID: 919_1. [in Russian]

2. Hayward N.J. Recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery: a review / N.J. Hayward, S. Grodski, M. Yeung [et al.] // ANZ J Surg. — 2013. — № 83 (1-2). — P. 15–21. — DOI: 10.1111/j.1445-2197.2012.06247.x. — PMID: 22989215.

3. Sheahan P. Risk factors for recurrent laryngeal nerve neuropraxia postthyroidectomy / P. Sheahan, A. O'Connor, M.S. Murph // Otolaryngol Head Neck Surg. — 2012. — № 146 (6). — P. 900–905. — DOI: 10.1177/0194599812440401. — PMID: 22399281.

4. Matsuda H. Impact of left thoracotomy on recurrent laryngeal nerve palsy after distal aortic arch aneurysm repair / H. Matsuda, H. Ogino, K. Minatoya [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. — 2019. — № 55 (4). — P. 689–695.

5. Ghodsizad A. Recurrent laryngeal nerve injury after aortic arch surgery: incidence and risk factors / A. Ghodsizad, A. Szabo, M.M. Koerner [et al.] // Thorac Cardiovasc Surg. — 2021. — № 69 (5). — P. 432–438.

6. Preventza O. Reoperative aortic arch surgery: does the surgical approach matter? / O. Preventza, A. Garcia, D.A. Cooley [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. — 2021. — № 161(3). — P. 835–844.

7. Roselli E.E. Electrophysiologic monitoring of the recurrent laryngeal nerve during thoracic aortic surgery / E.E. Roselli, E.G. Soltesz, P. Mastroroberto [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. — 2020. — № 159 (4). — P. 1189–1197.

8. Ohta N. Vocal cord paralysis after aortic arch surgery: predictors and clinical outcome / N. Ohta, T. Kuratani, S. Hagihira [et al.] // J Vasc Surg. — 2006. — № 43 (4). — P. 721–728. — DOI: 10.1016/j.jvs.2005.11.054. — PMID: 16616227.

9. Etz C.D. Stroke prevention after aortic arch and hemiarch repair / C.D. Etz, S. Zoli, C.S. Mueller [et al.] // Ann Thorac Surg. — 2018 — № 105 (5). — P. 1309–1316.

10. Svensson L.G. Experience with 1509 patients undergoing thoracoabdominal aortic operations / L.G. Svensson, E.S. Crawford, K.R. Hess [et al.] // J Vasc Surg. — 1993. — № 17 (2). — P. 357–368. — PMID: 8433431.

11. Kouchoukos N.T. Kirklin/Barratt-Boyes Cardiac Surgery / N.T. Kouchoukos, E.H. Blackstone, F.L. Hanley [et al.]. — Philadelphia: Elsevier, 2019. — P. 1120–1145.

12. Mort T.C. Complications of emergency tracheal intubation: hemodynamic alterations--part I / T.C. Mort // J Intensive Care Med. — 2007. — № 22 (3). — P. 157–165. — DOI: 10.1177/0885066607299525. — PMID: 17562739.

13. Fischer M.O. VENICE study group. Postoperative Pulmonary Complications After Cardiac Surgery: The VENICE International Cohort Study / M.O. Fischer, F. Brotons, A.R. Briant [et al.] // J Cardiothorac Vasc Anesth. — 2022. — № 36 (8). — Pt. A. — P. 2344–2351. — DOI: 10.2147/CMAR.S298228. — PMID: 35094928.

14. Zhang L. Clinical impact of recurrent laryngeal nerve palsy on postoperative outcomes in thoracic aortic surgery / L. Zhang, X. Wang, Y. Liu [et al.] // Ann Thorac Surg. — 2020. — № 110 (2). — P. 567–573.

15. Elm E. STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies / E. von Elm, D.G. Altman, M. Egger [et al.] // Lancet. — 2007. — № 370 (9596). — P. 1453–1457. — DOI: 10.1016/S0140-6736(07)61602-X. — PMID: 18064739.

16. Higgins J.P.T. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions / Ed. by J.P.T. Higgins, J. Thomas, J. Chandler [et al.]. — Chichester: Wiley, 2019.

17. Zettervall S.L. Schermerhorn Significant Regional Variation Exists in Morbidity and Mortality Following Repair of Abdominal Aortic Aneurysm / S.L. Zettervall , P.A. Soden , D.B. Buck [et al.] // J Vasc Surg. — 2016. — № 65 (5). — P. 1305–1312. — DOI: 10.1016/j.jvs.2016.08.110.

18. Erbel R. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: Document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) / R. Erbel, V. Aboyans, C. Boileau [et al.]; ESC Committee for Practice Guidelines // Eur Heart J. — 2015. — № 36 (41). — P. 2779. — DOI: 10.1093/eurheartj/ehv178. — PMID: 25173340.

19. Zoghbi W.A. Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance / W.A. Zoghbi, D. Adams, R.O. Bonow [et al.] // J Am Soc Echocardiogr. — 2017. — № 30 (4). — P. 303–371. — DOI: 10.1016/j.echo.2017.01.007. — PMID: 28314623.

20. Domer A.S. Neurophysiology and Clinical Implications of the Laryngeal Adductor Reflex / A.S. Domer, M.A. Kuhn, P.C. Belafsky // Curr Otorhinolaryngol Rep. — 2013. — № 1 (3). — P. 178–182. — DOI: 10.1007/s40136-013-0018-5. — PMID: 25254155; PMCID: PMC4171040.

21. Hanley J.A. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve / J.A. Hanley, B.J. McNeil // Radiology. — 1982. — № 143 (1). — P. 29–36. — DOI: 10.1148/radiology.143.1.7063747. — PMID: 7063747.

22. Moons K.G. Transparent Reporting of a multivariable prediction model for Individual Prognosis or Diagnosis (TRIPOD): explanation and elaboration / K.G. Moons, D.G. Altman, J.B. Reitsma [et al.] // Ann Intern Med. — 2015. — № 162 (1). — P. W1–73. — DOI: 10.7326/M14-0698. — PMID: 25560730.

23. Risteski P. Reoperative Aortic Arch Surgery under Mild Systemic Hypothermia: Two-Center Experience / P. Risteski, I. Radacki, A. Zierer [et al.] // Aorta (Stamford). — 2021. — № 9 (2). — P. 60–66. — DOI: 10.1055/s-0041-1725073. — PMID: 34619801; PMCID: PMC8526143.

24. Fürniss H.E. Left recurrent laryngeal nerve palsy following aortic arch stenting: A case report / H.E. Fürniss, J. Hummel, B. Stiller [et al.] // World J Cardiol. — 2019. — № 11 (12). — P. 316–321. — DOI: 10.4330/wjc.v11.i12.316. — PMID: 31908731; PMCID: PMC6937415.

25. Pourmoghadam K.K. Recurrent Laryngeal Nerve Injury and Swallowing Dysfunction in Neonatal Aortic Arch Repair / K.K. Pourmoghadam, W.M. DeCampli, M. Ruzmetov [et al.] // Ann Thorac Surg. — 2017. — № 104 (5). — P. 1611–1618. — DOI: 10.1016/j.athoracsur.2017.03.080. — PMID: 28648533.

 © Авторы статьи / Authors of the article

26. Tong M.Z. Outcomes of Open Versus Endovascular Repair of Descending Thoracic and Thoracoabdominal Aortic Aneurysms / M.Z. Tong, M.J. Eagleton, E.E. Roselli [et al.] // Ann Thorac Surg. — 2022. — № 113 (4). — P. 1144–1152. — DOI: 10.1016/j.athoracsur.2021.04.100. — PMID: 34048754.

27. Ibrahim M. Evolving Surgical Techniques and Improving Outcomes for Aortic Arch Surgery in Canada / M. Ibrahim, L.M. Stevens, M. Ouzounian [et al.]; Canadian Thoracic Aortic Collaborative // CJC Open. — 2021. — № 3 (9). — P. 1117–1124. — DOI: 10.1016/j.cjco.2021.05.001. — PMID: 34712938; PMCID: PMC8531226.